

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ РОЗВЕДЕННЯ І ГЕНЕТИКИ ТВАРИН
ІМЕНІ М.В. ЗУБЦЯ

РОЗВЕДЕННЯ І ГЕНЕТИКА ТВАРИН

Міжвідомчий тематичний
науковий збірник

Випуск

70

Київ, 2025

УДК 636.03.06.082.2:575:001.8(477)

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту розведення і генетики тварин
імені М.В. Зубця НААН від 22 серпня 2025 р. (протокол № 9)*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

О. М. Жукорський – доктор с.-г. наук, професор, академік НААН (головний редактор);
С. І. Ковтун – доктор с.-г. наук, професорка, академік НААН (заступник головного редактора);
В. І. Ладика – доктор с.-г. наук, професор, академік НААН (заступник головного редактора);
М. І. Башенко – доктор с.-г. наук, професор, академік НААН;
О. Д. Бірюкова – доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник;
С. Л. Войтенко – доктор с.-г. наук, професорка;
О. В. Гулай – доктор біол. наук, (Канада);
П. П. Джус – кандидат біол. наук, старший дослідник;
В. В. Дзіцюк – доктор с.-г. наук, професорка;
К. Драбик – доктор філософії PhD, доцент, (Польща);
О. М. Дуган – доктор біол. наук, професор;
Р. Я. Іскра – доктор біол. наук, професорка;
І. М. Коваленко – доктор біол. наук, професор;
С. О. Костенко – доктор біол. наук, професорка;
Є. М. Кривохижа – доктор с.-г. наук, професор;
В. Є. Кузнєцов – доктор біол. наук, (Канада);
Т. Малевські – доктор біол. наук, професор, (Польща);
Н. М. Матвієнко – доктор біол. наук, професорка;
Б. В. Моргун – доктор біол. наук, член-кореспондент НАН України;
Ю. П. Полупан – доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН;
С. Ф. Разанов – доктор с.-г. наук, професор;
С. Ю. Рубан – доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН;
М. І. Сахацький – доктор біол. наук, професор, академік НААН;
А. Страхецька – доктор габілітований (Dr. Hab.), професорка (Польща);
В. Хабуз – доктор габілітований (Dr. Hab.), (Польща);
В. І. Щербак – доктор біол. наук, професор;
О. В. Щербак – кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник.

Засновник – Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Викладено результати наукових досліджень з питань розведення, селекції, генетики, збереження біорізноманіття сільськогосподарських тварин, екології, біології та біохімії.

Розраховано на науковців, викладачів, аспірантів та студентів, які працюють або навчаються у вищих навчальних закладах, а також для спеціалістів із сільського господарства, біології та екології.

Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Розведення і генетика тварин» включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» в галузі «Сільськогосподарські науки» (наказ МОН України № 409 від 17 березня 2020 р.) за спеціальністю 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва та в галузі «Біологічні науки» (наказ МОН України № 1721 від 10 грудня 2024 року) за спеціальностями Е1 – Біологія та біохімія і Е2 – Екологія.

Видання зареєстровано в Міжнародному центрі періодичних видань (ISSN International Centre, Париж, Франція) та включено до міжнародної наукометричної бази даних Index Copernicus International. Електронні версії доступні на порталі НБУВ, сайті <http://digest.iabg.org.ua> та індексуються в Crossref (видавничий префікс 10.31073/ABG, <https://abg-journal.com/index.php/journal>).

Адреса редакційної колегії:

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

вул. Погребняка, 1, с. Чубинське, Бориспільський район, Київська область, 08321

Телефон: +38044-370-87-40' E-mail: irgtvudav@ukr.net

pISSN 2312-0223' eISSN 2786-8966 © Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН, 2025

ЗМІСТ

О. М. ЖУКОРСЬКИЙ, С. І. КОВТУН, І. С. БОРОДАЙ, Ю. Ф. МЕЛЬНИК, О. В. ЩЕРБАК СКЛАДОВІ ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ІНСТИТУТУ РОЗВЕДЕННЯ І ГЕНЕТИКИ ТВАРИН ІМЕНІ М.В. ЗУБЦЯ НААН (до 50-річчя організації).....	9
О. Д. БІРЮКОВА, Ю. П. ПОЛУПАН, А. П. КРУГЛЯК, Г. С. КОВАЛЕНКО, Ю. Ф. МЕЛЬНИК, Т. О. КРУГЛЯК, С. В. ПРИЙМА ГЕНЕЗИС, СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ В УКРАЇНІ....	18
В. В. ВЕЧОРКА, В. І. ЛАДИКА, Ю. І. СКЛЯРЕНКО, О. Г. МИХАЛКО, Т. П. КУЧКОВА, Д. М. ГЕРМАН ОСОБЛИВОСТІ ЕКСТЕР'ЄРУ КОРІВ-ПЕРВІСТОК ЛЕБЕДИНСЬКОЇ ПОРОДИ.....	50
М. А. ВІНТОНІВ, О. Д. БІРЮКОВА ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗА ПОКАЗНИКАМИ РОСТУ ТЕЛЯТ З РІЗНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ ДО СТРЕСУ.....	64
С. Л. ВОЙТЕНКО, О. В. СИДОРЕНКО ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН УКРАЇНИ ТА ВПЛИВ НА НИХ ДІЇ ВОЄННОЇ АГРЕСІЇ.....	70
С. В. ЄГОРЧЕНКОВА, Л. В. БУЛА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕКСТЕР'ЄРУ СОБАК ВІТЧИЗНЯНОЇ ПОРОДИ ОДІС.....	87
М. П. ЗЕЛІНКА, Є. І. ФЕДОРОВИЧ, Н. П. МАЗУР ПОВЕДІНКА ТЕЛЯТ ПОРОДИ ЛІМУЗИН УГОРСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ У ПЕРШІ ГОДИНИ ЖИТТЯ ЯК ЧИННИК ЇХ ПОДАЛЬШОГО РОСТУ Й РОЗВИТКУ.....	97
Т. Є. ІЛЬНИЦЬКА, О. В. СИДОРЕНКО РЕАЛІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ У КОНЯРСТВІ УКРАЇНИ.....	104
Т. В. КОМАР, О. О. КАТЕРИНИЧ, Л. П. ГАРНИК ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УТРИМАННЯ ГЕНОФОНДУ КУРЕЙ РІЗНОГО НАПРЯМУ ПРОДУКТИВНОСТІ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ.....	110
О. Б. ЛЕСИК, М. В. ПОХИВКА, С. Д. МАКОВІЙЧУК ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВЕЦЬ БУКОВИНСЬКОГО ТИПУ АСКАНІЙСЬКОЇ КАРАКУЛЬСЬСЬКОЇ ПОРОДИ В УМОВАХ БУКОВИНИ.....	119
Ю. І. ЛЕСНЯК, Р. О. КУЛІБАБА, К. В. КОПИЛОВ, К. В. КОПИЛОВА, С. В. КУЛІБАБА СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ТЕХНОЛОГІЙ ГЕНОМНОГО РЕДАГУВАННЯ.....	127

А. С. ЛУК'ЯНЕЦЬ, Д. С. ГОЛУБЧИК, С. Г. ДАНИЛЕНКО ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЗАКВАСОК ДЛЯ СИЛОСУВАННЯ.....	140
О. П. ЛУХТАЙ ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У СУХОСТІЙНИЙ ПЕРІОД КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ.....	157
А. О. МЕЛЕШКО СОРТУВАННЯ СПЕРМАТОЗОЇДІВ ТВАРИН РІЗНИХ ВИДІВ – АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТОДІВ РОЗДІЛЕННЯ.....	165
Ю. А. НИКИТЮК, О. І. КРАВЧЕНКО МОДЕЛЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВИРОЩУВАННЯ БОБОВИХ У ЗВ'ЯЗКУ З КЛІМАТИЧНИМИ ЗМІНАМИ: РЕГІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД ДЛЯ ПОЛІССЯ ТА ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	171
А. Ю. ПАКУЛЯК, Л. Г. ЛЮБІНСЬКА, І. Д. ГРИГОРЧУК, О. І. ЛЮБІНСЬКИЙ ФІТОІНДИКАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ РОСЛИН АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНИХ КАР'ЄРІВ НПП «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ».....	179
І. А. ПОМІТУН, Ю. В. ЛЯШЕНКО, О. А. БОЙКО, Л. І. ПОМІТУН ЗМІНИ ЧАСТОТИ АЛЕЛІВ ГЕНУ КАЛЬПАСТАТИНУ В ПОПУЛЯЦІЇ ОВЕЦЬ ПРИДНІПРОВСЬКОЇ М'ЯСНОЇ ПОРОДИ.....	185
С. В. ПРИЙМА, Ю. П. ПОЛУПАН, Ю. Ф. МЕЛЬНИК, Н. Л. ПОЛУПАН ГЕНЕТИЧНА ДЕТЕРМІНАЦІЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ РЕМОНТНИХ ТЕЛИЦЬ...	191
І. В. ПРОСКУРА ВІДТВОРЮВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ ТА МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ У ЗВ'ЯЗКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗЕРНОСІНАЖІВ ІЗ РІЗНИХ КУЛЬТУР.....	202
С. Ю. РУБАН, В. О. ДАНИШИН МЕТОДОЛОГІЯ СУЧАСНИХ ПРОГРАМ ВІДБОРУ В МОЛОЧНОМУ СКОТАРСТВІ.....	209
О. В. СТАДНИЦЬКА ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ СКЛАДОВИХ МАТКОВО-ВАГІНАЛЬНОГО СЛИЗУ УМОВНО ЗДОРОВИХ І ХВОРИХ КОРІВ.....	227
М. С. ТАТУШКО, Л. О. ДЄДОВА, О. В. СИДОРЕНКО, П. П. ДЖУС ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІКИ ЖИВОЇ МАСИ МОЛОДНЯКУ М'ЯСНИХ ПОРІД ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ.....	235
В. І. ФАСОЛЯ, Н. М. КУЗЕБНА, С. І. КОВТУН НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БІБЛІОТЕКА ІНСТИТУТУ РОЗВЕДЕННЯ І ГЕНЕТИКИ ТВАРИН ІМЕНІ М.В. ЗУБЦЯ НААН: ШЛЯХ У 50 РОКІВ.....	241
Є. І. ФЕДОРОВИЧ, В. В. ФЕДОРОВИЧ, М. І. КУЗІВ, Н. М. КУЗІВ, Н. П. МАЗУР ЖИВА МАСА ТЕЛИЦЬ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОХОДЖЕННЯ ЗА БАТЬКОМ ТА КРАЇНИ ЙОГО СЕЛЕКЦІЇ.....	248

**В. І. ХАЛАК, О. М. БОРДУН, А. Б. КОЗАК, С. Д. КУЧЕР, М. О. ІЛЬЧЕНКО
А. С. СЯБРО**

НОВА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СЕЛЕКЦІЙНОГО ІНДЕКСУ: АКЦЕНТ НА
ВІДБІР ВИСОПРОДУКТИВНИХ КНУРІВ І СВИНОМАТОК ЗА
ВІДГОДІВЕЛЬНИМИ І М'ЯСНИМИ ЯКОСТЯМИ ЇХ ПОТОМСТВА..... 257

Л. М. ХМЕЛЬНИЧИЙ, А. С. БЕЛЬЧЕНКО

ВИКОРИСТАННЯ ВНУТРІШНЬОЛІНІЙНОГО ПІДБОРУ ТА КРОСУ ЛІНІЙ У
СЕЛЕКЦІЇ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ..... 265

Л. М. ХМЕЛЬНИЧИЙ, Ю. А. ПОНОМАРЬОВ

ОЦІНКА БУГАЇВ-ПЛІДНИКІВ ЗА ЕКСТЕР'ЄРНИМ ТИПОМ ДОЧОК..... 276

Л. М. ХМЕЛЬНИЧИЙ, В. В. ШВЕД

ОЦІНКА МІНЛИВОСТІ ПОПУЛЯЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
ПРОМІРІВ БУДОВИ ТІЛА КОРІВ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ..... 284

М. О. ХОМЕНКО, М. В. СЕБА

ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСЬКО КОРИСНИХ ОЗНАК КОРІВ
СИМЕНТАЛЬСЬКОЇ ПОРОДИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОХОДЖЕННЯ..... 291

М. О. ХОМЕНКО, М. В. СЕБА, А. О. КУЗЬМЕНКО

ОЦІНКА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ВІДТВОРНОЇ ЗДАТНОСТІ КОРІВ
УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ..... 298

О. С. ЧЕРНЕГА, Д. М. БАСОВСЬКИЙ, О. Д. БІРЮКОВА

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У
ТВАРИННИЦТВІ..... 307

Н. С. ЧЕРНЯК, Ю. В. ВДОВИЧЕНКО

ВПЛИВ БАТЬКІВСЬКОГО ГЕНОТИПУ НА ІНДЕКС ІМУНІТЕТУ, ВМІСТ
ІМУНОГЛОБУЛІНІВ У МОЛОЗИВІ ДОЧОК ТА ЇХ СТІЙКІСТЬ ДО
ЗАХВОРЮВАНЬ..... 319

**М. Й. ЧЕХІВСЬКИЙ, О. В. СИДОРЕНКО, С. В. КУЗЕБНИЙ, В. С. ПАХОЛЮК,
В. В. КУЗЬМІНСЬКИЙ, Н. В. ШВЕЦЬ**

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ПОРОДНИХ РЕСУРСІВ МОЛОЧНИХ
ПОРІД ХУДОБИ СТЕПУ УКРАЇНИ..... 326

CONTENT

O. M. ZHUKORSKYI, S. I. KOVTUN, I. S. BORODAI, YU. F. MELNYK, O. V. SHCHERBAK COMPONENTS OF FORMING THE SCIENTIFIC POTENTIAL OF THE INSTITUTE OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS NAMED AFTER M.V. Zubets of NAAS (to the 50th anniversary of the organization).....	9
O. D. BIRIUKOVA, YU. P. POLUPAN, A. P. KRUGLIAK, G. S. KOVALENKO, YU. F. MELNIK, T. O. KRUGLIAK, S. V. PRYIMA GENESIS, STATUS AND PROSPECTS OF DAIRY CATTLE BREEDING IN UKRAINE	18
V. V. VECHORKA, V. I. LADYKA, YU. I. SKLYARENKO, O. G. MYKHALKO, T. P. KUCHKOVA, D. M. GERMAN FEATURES OF THE EXTERIOR OF THE LEBEDYN BREED COWS.....	50
M. A. VINTONIV, O. D. BIRIUKOVA COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF GROWTH OF CALVES WITH DIFFERENT SENSITIVITIES TO STRESS.....	64
S. L. VOITENKO, O. V. SYDORENKO GENETIC RESOURCES OF FARM ANIMALS OF UKRAINE AND THE IMPACT OF MILITARY AGGRESSION ON THEM.....	70
S. V. YEHOCHENKOVA, L. V. BULA RESEARCH ON THE EXTERIOR PARAMETERS OF DOGS OF THE NATIONAL ODIS BREED.....	87
M. P. ZELINKA, YE. I. FEDOROVYCH, N. P. MAZUR BEHAVIOUR OF LIMOUSIN CALVES IN THE FIRST HOURS OF LIFE AS A FACTOR IN THEIR FURTHER GROWTH AND DEVELOPMENT.....	97
T. Y. ILNYTSKA, O. V. SYDORENKO IMPLEMENTATION OF THE BIODIVERSITY CONSERVATION STRATEGY IN HORSE BREEDING IN UKRAINE.....	104
T. V. KOMAR, O. O. KATERYNYCH, L. P. GARNYK ECONOMIC EFFICIENCY OF MAINTAINING CHICKENS GENE POOL OF DIFFERENT PRODUCTIVITY TYPES: A COMPARATIVE ANALYSIS.....	110
O. B. LESYK, M. V. POHYVKA, S. D. MAKOVYCHUK PRODUCTIVITY INDICATORS OF BUKOVINA TYPE SHEEP OF ASKANIA KARAKUL BREED IN BUKOVYNA.....	119
Y. I. LESNIAK, R. O. KULIBABA, K. V. KOPYLOV, K. V. KOPYLOVA, S. V. KULIBABA CURRENT STATUS AND PROSPECTS OF GENOME EDITING TECHNOLOGIES.....	127
A. S. LUKIANETS, D. S. HOLUBCHYK, S. G. DANYLENKO PROSPECTS OF USING SOURDOUGHTS FOR SILAGE MAKING.....	140

O. P. LUKHTAI THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES APPLICATION DURING THE DRY PERIOD IN UKRAINIAN BLACK-AND-WHITE DAIRY COWS.....	157
A. O. MELESHKO SORTING OF SPERMATOOZOA OF VARIOUS ANIMAL SPECIES – ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF SEPARATION METHODS.....	165
YU. A. NYKYTIUK, O. I. KRAVCHENKO MODELING LEGUME CULTIVATION POTENTIAL UNDER CLIMATE CHANGE: A REGIONAL APPROACH FOR POLISSYA AND THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE.	171
A. Y. PAKULYAK, L. G. LYUBINSKA, I. D. HRYHORCHUK, O. I. LIUBINSKYI PHYTOINDICATION ANALYSIS OF PLANTS OF ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED QUARRIES OF THE NPP "PODILSKY TOVTRY".....	179
I. A. POMITUN, YU. V. LYASHENKO, O. A. BOYKO, L. I. POMITUN CHANGES IN THE FREQUENCY OF CALPASTATIN GENE ALLELES IN THE POPULATION OF PRYDNIPROVSKA MEAT BREED SHEEP.....	185
S. V. PRYIMA, YU. P. POLUPAN, YU. F. MELNYK, N. L. POLUPAN GENETIC DETERMINATION OF GROWTH INTENSITY IN REPLACEMENT HEIFERS.....	191
I. V. PROSKURA REPRODUCTIVE ABILITY AND MILK PRODUCTION OF COWS IN CONNECTION WITH THE USE OF CEREAL FODDER FROM DIFFERENT CROPS.....	202
S. Y. RUBAN, V. O. DANSHYN METHODOLOGY OF MODERN SELECTION PROGRAMS IN DAIRY CATTLE.....	209
O. I. STADNYTSKA FEATURES OF HOMEOSTASIS OF THE MASS COMPONENTS OF UTEROVAGINAL MUCUS CONDITIONALLY HEALTHY AND SICK COWS.....	227
M. S. TATUSHKO, L. O. DIEDOVA, O. V. SYDORENKO, P. P. DZHUS CHARACTERISTIC OF LIVE WEIGHT DYNAMICS OF YOUNG BEEF CATTLE BREEDS.....	235
V. I. FASOLYA, N. M. KUZEBNA, S. I. KOVTUN THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL LIBRARY OF THE M.V. ZUBETS INSTITUTE OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS OF NAAS: A 50-YEAR JOURNEY.....	241
YE. I. FEDEROVYCH, V. V. FEDEROVYCH, M. I. KUZIV, N. M. KUZIV, N. P. MAZUR LIVE WEIGHT OF UKRAINIAN BLACK-AND-WHITE DAIRY HEIFERS DEPENDING ON THE SIRE'S ORIGIN AND COUNTRY OF BREEDING.....	248

V. I. KHALAK, O. M. BORDUN, A. B. KOZAK, S. D. KUCHER, M. O. ILCHENKO, A. S. SIABRO A NEW MATHEMATICAL MODEL OF THE BREEDING INDEX: FOCUSING ON THE SELECTION OF HIGHLY PRODUCTIVE BOARS AND SOWS FOR THE FATTENING AND MEAT QUALITIES OF THEIR OFFSPRING.....	257
L. M. KHMELNYCHYI, A. S. BELCHENKO THE USE OF INTRA-LINE SELECTION AND LINE CROSSING IN DAIRY CATTLE BREEDING.....	265
L. M. KHMELNYCHYI, YU. A. PONOMAROV EVALUATION OF BULL-SIRES BY THE EXTERIOR TYPE OF DAUGHTERS.....	276
L. M. KHMELNYCHYI, V. V. SHVED EVALUATION OF VARIABILITY OF POPULATION-GENETIC PARAMETERS OF BODY STRUCTURE MEASUREMENTS OF BLACK-AND-WHITE DAIRY CATTLE COWS.....	284
M. O. KHOMENKO, M. V. SEBA CHARACTERISTICS OF ECONOMICALLY USEFUL TRAITS OF SIMMENTAL COWS DEPENDING ON THEIR ORIGIN.....	291
M. O. KHOMENKO, M. V. SEBA, A. O. KUZMENKO ASSESSMENT OF MILK PRODUCTIVITY AND REPRODUCTIVE CAPACITY OF UKRAINIAN BLACK-AND-WHITE DAIRY BREED COWS.....	298
O. S. CHERNEHA, D. M. BASOVSKIY, O. D. BIRIUKOVA MODERN APPROACHES TO MATHEMATICAL MODELING IN ANIMAL HUSBANDRY.....	307
N. S. CHERNIAK, YU. V. VDOVYCHENKO THE INFLUENCE OF THE PATERNAL GENOTYPE ON THE IMMUNITY INDEX, IMMUNOGLOBULIN CONTENT IN DAUGHTERS' COLOSTRUM, AND THEIR RESISTANCE TO DISEASES.....	319
M. Y. CHEKHIVSKY, O. V. SYDORENKO, S. V. KUZEBNYI, V. S. PAKHOLIUK, V. V. KUZMINSKY, N. V. SHVETS COMPREHENSIVE APPROACH TO THE ANALYSIS OF BIOLOGICAL AND PRODUCTIVE TRAITS OF DAIRY CATTLE BREEDS OF THE STEPPE OF UKRAINE	326

УДК 636.082.2/.4:575:001.8(477)(09)

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.01>

**СКЛАДОВІ ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ІНСТИТУТУ
РОЗВЕДЕННЯ І ГЕНЕТИКИ ТВАРИН ІМЕНІ М.В. ЗУБЦЯ НААН
(до 50-річчя організації)**

**О. М. ЖУКОРСЬКИЙ¹, С. І. КОВТУН¹, І. С. БОРОДАЙ², Ю. Ф. МЕЛЬНИК¹,
О. В. ЩЕРБАК¹**

¹Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)

²Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН (Київ, Україна)

<https://orcid.org/0000-0001-5381-8517> – О. М. Жукорський

<https://orcid.org/0000-0002-5492-882X> – С. І. Ковтун

<https://orcid.org/0000-0001-6639-9200> – І. С. Бородай

<https://orcid.org/0000-0003-4956-1346> – Ю. Ф. Мельник

<https://orcid.org/0000-0001-6400-8990> – О. В. Щербак

irinaboroday@ukr.net

Мета статті – висвітлити основні складові формування наукового потенціалу авторитетної наукової установи у галузі тваринництва – Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН). Методи дослідження – загальнонаукові (аналіз, синтез, класифікація), спеціальні історичні (проблемно-хронологічний, порівняльно-історичний), джерелознавчий. Наукова новизна дослідження полягає в узагальненні законодавчої та нормативно-регламентуючої документальної бази щодо становлення інституту, окреслення його першочергових завдань. Позиційовано найбільш вагомі здобутки вчених інституту з розведення та селекції, генетики й біотехнології відтворення, а також збереження генофонду сільськогосподарських тварин. Показано, що їх зусиллями розроблено новітню теорію та методологію породотворення, основні концептуальні положення якої покладено в основу програм виведення високопродуктивних спеціалізованих порід і типів великої рогатої худоби. Узагальнено здобутки ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН як головної установи з виконання програм наукових досліджень НААН. Актуалізовано розроблені колективом генетиків і біотехнологів методи контролю генетичної консолідованості і спрямованості селекційного процесу при схрещуванні за комплексом поліморфних генетико-біохімічних систем; технології одержання монозиготних телят-близнюків від половинок ембріонів; методи оцінки морозостійкості сперми самців за біохімічними показниками; способи отримання поза організмом зародків великої рогатої худоби і свиней методом запліднення in vitro ооцитів корів з використанням кріоконсервованих епідидимальних сперматозоїдів бугаїв та кнурів, а також способи активації ооцитів корів до амейотичного партеногенезу. Констатовано, що здобуттям свого статусу головного науково-методичного та координаційного центру у галузі тваринництва інститут серед іншого завдячує науковому потенціалу його попередників – Київській дослідній станції тваринництва «Терезине» та Центральній дослідній станції штучного осіменіння сільськогосподарських тварин, активному співробітництву з провідними вченими як при виконанні спільних наукових проєктів, так і у рамках спеціалізованої вченої ради та підготовки головного друкованого органу – міжвідомчого тематичного наукового збірника «Розведення і генетика тварин».

Ключові слова: тваринництво, розведення, селекція, генетика, біотехнологія відтворення, збереження біорізноманіття

COMPONENTS OF FORMING THE SCIENTIFIC POTENTIAL OF THE INSTITUTE OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS NAMED AFTER M.V. Zubets of NAAS (to the 50th anniversary of the organization)

O. M. Zhukorskyi¹, S. I. Kovtun¹, I. S. Borodai², Yu. F. Melnyk¹, O. V. Shcherbak¹

¹Institute of Animal Breeding and Genetics named after M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

²National Scientific Agricultural Library of NAAS (Kyiv, Ukraine)

The purpose of the article is to highlight the main components of establishing the scientific capacity of a reputable scientific institution in the field of livestock production – the Institute of Animal Breeding and Genetics named after M.V. Zubets of NAAS (IABG named after M.V. Zubets NAAS). Research methods are general scientific (analysis, synthesis, classification), special historical (problematic-chronological, comparative-historical) and source studies. The scientific novelty of the study lies in the generalization of the legislative and regulatory documentary base regarding the establishment of the institute, the delineation of its primary tasks. The most significant achievements of the institute's scientists in breeding and selection, genetics and biotechnology of reproduction, as well as the preservation of the gene pool of farm animals are presented. It is shown that their efforts have developed a new theory and methodology of breed formation, the main conceptual provisions of which are the basis of programs for the creation of highly productive specialized breeds and types of cattle. The achievements of the IABG named after M.V. Zubets NAAS as the main NAAS' institution for the implementation of the programs of scientific research are summarized. The methods developed by the geneticists and biotechnologists for genetic consolidation control and the direction of the selection process in crossbreeding by a complex of polymorphic genetic-biochemical systems; technologies for obtaining monozygotic twin calves from demi-embryos; a method for assessing the frost resistance of male sperm by biochemical indicators; methods for obtaining embryos of cattle and pigs outside the body by in vitro fertilization of cow oocytes using cryopreserved epididymal spermatozoa of bulls and boars, and activation of cow oocytes to ameiotic parthenogenesis have been updated. It is stated that the status of the main scientific-methodological and coordination center in the field of livestock breeding is due, among other things, to the scientific potential of its predecessors – the Kyiv Research Station of Animal Husbandry “Terezine” and the Central Research Station of Artificial Insemination of Farm Animals, active cooperation with leading scientists in the implementation of joint scientific projects and within the framework of a specialized academic council, the preparation of the main printed issue – the interdepartmental thematic scientific collection “Animal Breeding and Genetics”.

Keyword: animal husbandry, breeding, selection, genetics, reproductive biotechnology, biodiversity preservation

Вступ. Розроблення стратегії подальшого сталого розвитку галузі тваринництва в Україні неможливе без комплексного аналізу та узагальнення теоретичних і методологічних напрацювань, акумульованих у процесі його розбудови колективами учених. За проведення історичних розвідок слід першочергово акцентувати увагу на діяльності галузевих науково-дослідних установ, прикладні та фундаментальні розробки яких спрямовувалися на забезпечення рентабельності та конкурентоспроможності галузі. Актуалізація найбільш вагомих наукових розробок, їх репрезентація у світовому інформаційному просторі сприяють не лише забезпеченню продовольчої незалежності держави та виробництву екологічно безпечної продукції в обсягах, достатніх для забезпечення населення, а й формуванню необхідного експортного потенціалу.

Наукова спільнота України цьогооріч відзначає 50-річчя від створення авторитетної наукової установи у галузі тваринництва, лідера вітчизняної аграрної науки – Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця Національної академії аграрних наук України. Інститут створено 29 вересня 1975 р. згідно з наказом Міністерства сільського господарства УРСР № 209, що був виданий на виконання постанови Державного комітету Ради Міністрів

СРСР з науки і техніки від 8 квітня 1975 р. № 21 та постанови Ради Міністрів Української РСР від 10 вересня 1975 р. № 429.

Мета дослідження – охарактеризувати складники формування наукового потенціалу ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН; узагальнити найбільш вагомні напрацювання його творчого колективу у галузі розведення та селекції, генетики й біотехнології відтворення, а також збереження генофонду сільськогосподарських тварин; показати їх результативність для розбудови вітчизняного конкурентоспроможного тваринництва.

Матеріали та методи дослідження ґрунтуються на загальнонаукових принципах історичної достовірності, системності, комплексності, науковості та всебічності. Для відтворення основних сегментів наукової діяльності інституту використано загальнонаукові (аналіз, синтез, класифікація, типологізація), міждисциплінарні (структурно-системний) та спеціальні історичні (проблемно-хронологічний, порівняльно-історичний) методи. Джерельну базу дослідження склали статистичні, нормативні та законодавчі матеріали, наукові праці тощо.

Результати дослідження. Вивчення документальних джерел засвідчує, що здобуттям статусу провідного галузевого наукового центру ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН серед іншого завдячує вдалому інтегруванню наукового потенціалу та матеріально-технічної бази його попередників – Київської дослідної станції тваринництва «Терезине» (КДСТ) та Центральної дослідної станції штучного осіменіння сільськогосподарських тварин (ЦДСШО). Зокрема, діяльність КДСТ пов'язана з іменами відомих учених у галузі розведення та селекції (В. П. Устьянцев, О. А. Соловійов, М. А. Кравченко, Х. І. Класен, А. П. Редькін, Д. К. Міхновський, К. С. Бірюкова, В. Ю. Недава), біології відтворення (І. В. Смирнов), зоогігієни утримання (А. К. Скороходько), годівлі сільськогосподарських тварин (І. І. Задерій, П. Д. Пшеничний) та ін. Ученими дослідної станції розроблено та запроваджено у виробництво: методику ввідного схрещування порід великої рогатої худоби (К. С. Бірюкова), основи зростання її жирномолочності (О. А. Соловійов, В. Ю. Недава), методику спрощеного бонітування худоби (Х. І. Класен), спосіб попередження дефектності вовни на основі зближення строків стрижки та ягніння маток (Д. К. Міхновський), прийоми спрямованого виховання та стимуляції розвитку функції живлення й обміну речовин у молодняку (П. Д. Пшеничний) тощо (Dziubanov et al., 1965; Ghladij et al., 2022). До речі, цього року науковці ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН відзначають ще один ювілей – 150-років від дня народження першого директора КДСТ, професора А. П. Редькіна – одного з ініціаторів становлення галузі племінного свинарства та галузевого дослідництва в Україні. Учений доклав зусиль до становлення перших державних племінних розплідників та відпрацював систему раціонального використання племінних тварин, розробив наукові основи раціональної годівлі та відгодівлі свиней (Borodai & Nesterenko, 2025).

На базі КДСТ засновано перші в Україні наукові школи у галузі біології відтворення сільськогосподарських тварин І. В. Смирновим та зоогігієни А. К. Скороходьком. Науковою школою І. В. Смирнова розроблено технологічні аспекти кріоконсервації сперми, середовища для її розрідження та ефективні методи оцінки її якості, способи стимуляції та синхронізації охоти у великої рогатої худоби; проведено низку експериментальних досліджень із проблем удосконалення техніки та способів штучного осіменіння тощо (Zubets & Borodai, 2011). Професору А. К. Скороходьку та його учням належить пріоритет у розробці питань фізіології, терморегуляції та теплообміну у сільськогосподарських тварин за різних умов утримання; особливостей газообміну й теплопродуктивності у високопродуктивних корів, пов'язаних із різним рівнем годівлі й утримання (Verghunov et al., 2015).

У свою чергу вченими ЦДСШО здійснено не менш помітний внесок у розвиток теоретичних аспектів селекції та розведення сільськогосподарських тварин. Зокрема, запропоновано прийоми з оптимізації системи лінійного розведення (М. А. Кравченко, А. І. Самусенко); вдосконалення режимів заморожування сперми кнурів і бугаїв, середовищ для її розрідження (М. Т. Плішко, Б. М. Вельможний, Г. С. Гайворонський); основи інтенсивного вирощування та раціонального використання плідників (Д. І. Савчук, М. Ф. Волкобой,

Є. Г. Данилевський, М. С. Гавриленко). Також розроблено методи діагностики ранніх періодів тільності, профілактики та лікування захворювань статевих органів, стимуляції відтворної функції корів (В. С. Дюденко, О. В. Квасницький, Н. А. Мартиненко). Ученими дослідної станції докладено значних зусиль до вдосконалення технології та техніки штучного осіменіння. Запропоновано комплекс апаратури й обладнання (більше ніж 20 зразків), захищений авторськими свідоцтвами та патентами, які знайшли широке застосування на станціях і пунктах штучного осіменіння України (Burkat & Borodai, 2008).

Під час створення інституту було визначено його першочергові функції як республіканського науково-методичного центру з розведення і штучного осіменіння великої рогатої худоби, а також обласної сільськогосподарської дослідної станції з впровадження досягнень науки і передового досвіду в тваринництві Київської області. Окреслено коло першочергових завдань, а саме:

- ✓ розробку теоретичних і практичних основ розведення та селекції сільськогосподарських тварин;
- ✓ удосконалення існуючих та створення нових високопродуктивних порід і типів великої рогатої худоби;
- ✓ запровадження програм великомасштабної селекції на основі сучасних досягнень популяційної генетики, імуногенетики, цитогенетики, клітинної та генної інженерії, новітніх біотехнологій;
- ✓ впорядкування організаційних форм і методів селекційно-племінної роботи за різних умов господарювання;
- ✓ обґрунтування ефективних методів племінної оцінки тварин за продуктивними та племінними якостями, раціональне використання поліпшувачів;
- ✓ запровадження автоматизованих систем управління селекційним процесом у тваринництві;
- ✓ освоєння прогресивних методів і форм збереження та раціонального використання племінних ресурсів сільськогосподарських тварин (Burkat & Borodai, 2006).

Відповідно до окреслених завдань сформовано структуру інституту, яка поєднала відділення розведення молочної та м'ясної худоби, генетики і біотехнології, кожне з яких у свою чергу було представлене рядом лабораторій та секторів. В інституті також функціонували відділи відтворення, економіки, аспірантури та науково-технічної інформації. Для розширення масштабів роботи відкрили філії у Дніпропетровську, Львові та Черкасах, на базі яких згодом створено потужні науково-дослідні інститути.

У становлення інституту істотний внесок зробив його фундатор, перший заступник голови Ради Міністрів УРСР, талановитий організатор аграрного виробництва та вчений-селекціонер П. Л. Погребняк. Разом із першим директором інституту В. Ю. Недавою (1975–1986) доклали значних зусиль до створення належної матеріально-технічної бази, розширення та впорядкування його структури, розгортання плідної науково-дослідної роботи, виховання гідного наукового колективу (Burkat & Borodai, 2008).

У подальшому ствердженні інституту як головного науково-методичного центру з розведення і селекції, генетики та біотехнології у тваринництві було реалізоване завдяки послідовній і цілеспрямованій діяльності його директорів В. Б. Блізніченка (1986–1989), Д. Т. Вінничука (1989–1992), М. В. Зубця (1992–1996), М. Я. Єфіменка (1996–2002), В. П. Бурката (2002–2009), І. В. Гузева (2009–2010), М. І. Башценка (2011–2012), К. В. Копилова (2012), С. Ю. Рубана (2012–2014), М. В. Гладія (2014–2017), Ю. П. Полупана (2017–2022), Ю. В. Вдовиченка (2022–2023), О. М. Жукорського (2023–дотепер).

За наказом Держагропрому УРСР № 205 від 24 червня 1987 р. установу реорганізовано в Український науково-дослідний інститут по племінній справі в тваринництві. З 14 квітня 1992 р. носить назву – Інститут розведення і генетики тварин Української академії аграрних наук (з 6 січня 2010 р. Національної академії аграрних наук України). Відповідно до постанови Президії НААН (протокол № 18 від 25 вересня 2014 р.) Інституту розведення і генетики

тварин НААН присвоєно ім'я академіка НААН М.В. Зубця. Наразі ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН є Науково-методичним центром «Розведення тварин» в Україні і членом регіональної секції науково-інноваційного розвитку Київської області Північного міжрегіонального наукового центру НААН (<http://www.iae.org.ua/institute/pivnichnyy-mizhrehionalnyy-naukovyy-tsentr-naan.html>) і має стратегічне значення для економіки і безпеки держави (постанова КМУ від 4 березня 2015 р. № 83).

Становлення інституту за часом співпало з кардинальними перетвореннями вітчизняного генофонду сільськогосподарських тварин. Його науковим колективом вперше після М. Ф. Іванова розроблено новітню теорію та методологію породотворення, основні концептуальні положення якої покладено в основу програм виведення високопродуктивних спеціалізованих порід і типів великої рогатої худоби (М. В. Зубець, В. П. Буркат, М. Я. Єфіменко, О. Ф. Хаврук, Й. З. Сірацький, І. В. Гузєв, Ю. П. Полупан, Ю. В. Вдовиченко та ін.). Основна стратегічна мета полягала в залученні кращого світового генофонду та збереженні бажаних селекційних ознак місцевих порід на основі складного відтворного схрещування. Останнє тридцятиріччя ознаменувалося апробацією та визнанням як селекційних досягнень українських червоно-рябої (26 жовтня 1993 р., наказ МСГ і продовольства України № 106) та чорно-рябої (26 квітня 1996 р., наказ МСГ і продовольства України № 127), червоної (3 серпня 2005 р., наказ МінАПУ № 360/75) та бурої (3 червня 2009 р., наказ МінАПУ № 386/59) молочних порід, а також їх структурних формувань. Також були апробовані українська (30 липня 1993 р., наказ МСГ і продовольства України № 211), волинська (30 грудня 1993 р., наказ МСГ і продовольства України № 355), поліська (22 лютого 1999 р., наказ МінАПК України № 91) та південна (16 січня 2009 р., наказ МінАПУ № 26/03) м'ясні породи. За своїм генетичним потенціалом продуктивності та технологічними якостями всі вищезазначені породи відповідають рівню європейських стандартів (Burkat & Borodai, 2006).

Ученими ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН розроблено нову теоретичну концепцію процесу консолідації спадковості помісних тварин за розведення «у собі» та відтворному схрещуванні, запропоновано методи їхнього аналізу на хромосомному рівні; гіпотезу щодо прояву ефекту гетерозису у помісних тварин та причин його згасання у поколіннях за їх розведення «у собі»; систему селекції помісних бугаїв під час проведення відтворного схрещування у скотарстві, яка об'єднує позитивні елементи розведення помісей «у собі» з постійним залученням кращого світового генофонду, що дає можливість систематично нарощувати генетичний потенціал продуктивності порід. Запропоновано оригінальну методику визначення ступеня фенотипової консолідації генеалогічних груп у тварин та систему класифікації великої рогатої худоби за типом конституції (Burkat & Borodai, 2006).

Хоча основна діяльність інституту зорієнтована на теоретичні і практичні дослідження з розведення та селекції сільськогосподарських тварин, значних здобутків досягнуто у розв'язанні проблем генетики та біотехнології. Зокрема, розроблено та запроваджено ефективні технології хромосомного контролю плідників (В. С. Качура, А. О. Мелешко) та кріоконсервації сперми сільськогосподарських тварин (В. А. Чирков), які відзначено Державною премією Ради Міністрів СРСР. Колективом генетиків і біотехнологів інституту запропоновано: методи контролю генетичної консолідованості та спрямованості селекційного процесу при схрещуванні за комплексом поліморфних генетико-біохімічних систем, технології одержання монозиготних телят-близнюків із половинок ембріонів; спосіб оцінки морозостійкості сперми за біохімічними показниками. Також обґрунтовано наукові та методичні засади сучасних біотехнологій у тваринництві на основі раціонального використання гамет та ембріонів сільськогосподарських тварин. При цьому досліджено генетичні аспекти гаметогенезу ссавців при формуванні ембріонів *in vitro*; життєздатність кріоконсервованих епідидимальних сперматозоїдів кнурів.

Відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2002 р. № 472-р. при інституті створено Банк генетичних ресурсів тварин, який віднесено до наукових об'єктів, що становлять національне надбання. Постановою Бюро Президії УААН від

11 березня 2004 р. на ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН покладено обов'язки головної установи з організації та виконання нової науково-технічної програми «Збереження генофонду сільськогосподарських тварин». Її науковцями в рамках завдань програми сформульовано стратегію комплексного застосування біотехнологій у системі збереження і раціонального використання генетичних ресурсів тварин, теорію комплексного використання гамет самців на основі кріоконсервації епідидимальних сперматозоїдів із нанобіоматеріалами у системі збереження генофонду тварин. Результатом реалізації завдань програми «Збереження генофонду» є членство України з 2009 р. у Європейському регіональному центрі генетичних ресурсів тварин (European Regional Focal Point for Animal Genetic Resources, ERFP) при FAO (Burkat & Borodai, 2008).

Сьогодні наукове керівництво програмою наукових досліджень НААН «Генетика, збереження та відтворення біоресурсів у тваринництві» здійснює директор інституту, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН О. М. Жукорський. На реалізацію 52 завдань програми спрямовуються зусилля 246 наукових співробітників із 14 науково-дослідних установ. Установою буде продовжено розроблення і впровадження сучасної системи селекції у скотарстві України на популяційному рівні згідно світових стандартів. Це сформує продовольчу безпеку виробництва продукції тваринництва за використання переважно українських породних ресурсів, зупинить руйнацію вітчизняного племінного тваринництва та залежність держави від імпорту племінних ресурсів (<https://iabg.org.ua/index.php/news/815-12-02-24>). З огляду на зазначене, буде забезпечено виконання та повну реалізацію завдань програми наукових досліджень. Інститут здійснює управління об'єктом критичної інфраструктури МОН України у секторі «Наукові дослідження та розробки» та визнано критично важливим для функціонування економіки та забезпечення життєдіяльності населення в особливий період (наказ МОН України від 22.11.2024 р. № 1653).

Наукова та практична діяльність Інституту в найближчу перспективу, буде спрямована на реалізацію основних напрямів Стратегії національної безпеки України «Безпека людини – безпека країни» (Указ Президента України від 14.09.2020 р. № 392/2020), Стратегії продовольчої безпеки України до 2030 року та рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про стан забезпечення продовольчої безпеки», положень Концепції Державної цільової економічної програми розвитку тваринництва на період до 2033 року (<https://minagro.gov.ua/npa/pro-skhlavennia-kontseptsii-derzhavnoi-tsilovoi-ekonomichnoi-prohramy-rozvytku-tvarynnystva-na-period-do-2033-roku>) щодо розвитку племінної справи, селекції та нових технологій у тваринництві. Інститут безпосередньо задіяний у реалізації завдань щодо підвищення генетичного потенціалу продуктивності племінного і товарного поголів'я сільськогосподарських тварин; створення нових гібридів та типів тварин адаптованих до змін клімату; впровадження геномної селекції великої рогатої худоби; формування мережі селекційно-генетичних центрів у різних природно-кліматичних зонах України; приведення системи управління генетичними ресурсами сільськогосподарських тварин в Україні до вимог Глобального плану дій в галузі генетичних ресурсів тварин (FAO).

Важливою складовою наукової діяльності Інституту є комплексна реалізація методології та організація збереження генофонду порід с.-г. тварин. При Інституті функціонує Банк генетичних ресурсів тварин, єдиний у тваринництві України науковий об'єкт, зі статусом національного надбання України. Наразі реалізуються положення розробленої «Програми збереження генофонду основних видів с.-г. тварин в Україні на період 2017–2025 рр.» (<http://naas.gov.ua/slide/ukra-na-potrebu-nats-onalno-strateg-ta-planu-d-y-shchodo-zabezpechennya-stalogo-rozvytku-genetichnikh/>). Комплексна реалізація завдання полягає у відпрацюванні методичних підходів на основі поєднання традиційних та новітніх селекційних й молекулярно-генетичних методів роботи з малочисельними популяціями аборигенних порід сільськогосподарських тварин, запровадження сучасних методів збереження біологічного матеріалу та функціонування Банку. Це нерозривно пов'язано з міжнародною діяльністю від імені України через членство нашої держави у Європейському регіональному центрі генетичних ресурсів

тварин при FAO з 2008 року (<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0488555-08#Text>, <https://www.animalgeneticresources.net/index.php/countries/>). Тривалі міжнародні партнерські зв'язки Інститут має із науковими установами та університетами Молдови, Болгарії, Польщі, Китаю та ін.

Законом України «Про племінну справу у тваринництві» ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН визначено уповноваженим центром з визначення племінної цінності бугаїв, які використовуються у скотарстві України (наказ Мінагрополітики України від 10.11.2016 р. № 449) та формування інформаційних баз даних підконтрольних стад суб'єктів племінної справи у молочному скотарстві України і каталогів бугаїв молочних і молочно-м'ясних порід для відтворення маточного поголів'я України (<https://iabg.org.ua/index.php/naukova-dyalnst1/2022-01-13-08-14-01/katalogi-3>). Згідно цього ж Закону в Інституті створена лабораторія генетичного контролю (наказ Мінагрополітики України від 25.11.2014 р. № 467/246). Її діяльність регламентується відповідним «Положенням» (наказ Мінагрополітики України від 01.06.2004 р. № 197). Основними завданнями та напрямками діяльності лабораторії є організація та виконання робіт щодо проведення обов'язкової генетичної експертизи племінних тварин та племінного матеріалу.

Свого часу інститут атестований Міністерством аграрної політики та продовольства України як селекційний центр із тваринництва (2009), підприємство з племінної справи у тваринництві III категорії (2009), підприємство з оцінки якості молока (2009), підприємство з трансплантації ембріонів (2009), лабораторія генетичного контролю (2009). Установа також має ліцензію на виробництво, зберігання і реалізацію племінних (генетичних) ресурсів, проведення генетичної експертизи походження та аномалій тварин (2007) (Burkat & Borodai, 2006).

Науковці інституту, здійснюючи на високому рівні фундаментальні та прикладні дослідження, здійснюють суттєвий внесок у науково-технічний прогрес України. За період діяльності установи його співробітниками одержано 137 охоронних документів на винаходи та корисні моделі, 32 – на селекційні досягнення. Істотну частину винаходів становлять сучасні інноваційні конкурентоспроможні технології та технологічні процеси, захищені 28 патентами та рекомендовані для комерційної реалізації.

Визнаючи пріоритетність та практичну значущість наукових досягнень учених інституту, їх відзначено державними преміями України в галузі науки і техніки, преміями В. Я. Юр'єва Національної академії наук України, Національної академії аграрних наук України «За видатні досягнення в аграрній науці», Президента і Верховної Ради України для молодих учених, почесними званнями «Заслужений діяч науки і техніки України», «Заслужений працівник сільського господарства України», Почесними відзнаками Президента України та НААН. Серед учених, удостоєних вищезазначених відзнак, – М. В. Зубець, В. П. Буркат, М. Я. Єфіменко, О. Ф. Хаврук, І. В. Гузев, І. П. Петренко, Б. Є. Подоба, Ю. П. Полупан, Й. З. Сірацький, Г. С. Шарапа, О. Д. Бірюкова, С. І. Ковтун, Р. О. Стоянов, Т. П. Коваль, Н. Л. Резникова, І. В. Базишина, К. В. Копилова та ін. (Burkat & Borodai, 2008).

Тісна співпраця України зі світовими та європейськими структурами підтверджує правильність обґрунтованого вченими інституту курсу на логічне поєднання, комплексне застосування в удосконаленні генофонду тварин новітніх методів селекції, генетики і біотехнології.

Нині колектив інституту працює над вирішенням таких нагальних завдань:

- ✓ менеджмент молочних стад із застосуванням сучасного програмного забезпечення;
- ✓ організація та науковий супровід селекційно-племінної роботи за сучасними стандартами, біотехнологічними та молекулярно-генетичними підходами у племінному тваринництві;
- ✓ розроблення бізнес-планів ефективного розвитку тваринницьких господарств із урахуванням умов кредитування, технологічних, селекційних та організаційних новацій;

- ✓ організація племінної роботи та виробництва екологічно безпечної продукції в господарствах, де утримуються локальні або зникаючі породи;
- ✓ визначення ефективних економічних важелів розвитку конкурентоздатного племінного тваринництва України;
- ✓ законодавчо-нормативне забезпечення галузі відповідно до європейських стандартів;
- ✓ запровадження у масштабах держави єдиної системи оцінки племінної цінності тварин, яка ґрунтується на діяльності контрольно-випробувальних станцій, незалежній експертизі кількості та якості продукції і глобальній комп'ютеризації;
- ✓ реалізація на практиці розроблених методів збереження генетичних ресурсів сільськогосподарських тварин;
- ✓ продовження біотехнологічних експериментальних робіт з метою прискорення темпів селекції та репродукції тварин з вдалим поєднанням найважливіших господарськи корисних ознак;
- ✓ повне розкриття всіх складових феномену відтворювальної здатності тварин для коригування відповідних технологічних параметрів.

В ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН з 1988 р. відкрито аспірантуру, а в 1997 р. докторантуру, на базі яких наразі проводиться підготовка наукових кадрів вищої кваліфікації за спеціальностями: 204 – технологія виробництва і переробки продукції тваринництва та 091 – Біологія. Спеціалізовану вчену раду, уповноважену проводити захист дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора та кандидата біологічних і сільськогосподарських наук за відповідними спеціальностями, вперше створено за наказом Вищої атестаційної комісії України № 303 від 1 грудня 1993 р. Відповідно до наказів Міністерства освіти і науки України при інституті було затверджено вже п'ять разових спеціалізованих вчених рад на здобуття ступеня доктора філософії.

Друкованим органом ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН є міжвідомчий тематичний науковий збірник «Розведення і генетика тварин», заснований у 1971 р. при ЦДСШО. Збірник кілька разів змінював свою назву, зокрема 1–7 випуски вийшли під назвою «Племінна справа і біологія розмноження сільськогосподарських тварин» (1971–1975), 8–15 – «Розведення та штучне осіменіння великої рогатої худоби» (1976–1983), 16–22 – «Разведение и искусственное осеменение крупного рогатого скота» (1984–1990), 23–26 – «Розведення та штучне осіменіння великої рогатої худоби» (1991–1994). З 1995 р. збірник виходить під назвою «Розведення і генетика тварин». Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Розведення і генетика тварин» включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» в галузях «Сільськогосподарські науки» та «Біологічні науки» (наказ МОН № 1721 від 10 грудня 2024 р.) за спеціальностями Н2 – Тваринництво, Е1 – Біологія та біохімія, Е2 – Екологія. Видання внесено до Реєстру суб'єктів у сфері друкованих медіа за ідентифікатором медіа – R30-01931 (рішення Національної ради України з питань телебачення та радіомовлення від 11.12.2023 р. № 1749).

Ефективний розвиток науки не можливий без створення наукових шкіл, де на принципах творчої співдружності вчених та спадкоємності поколінь знаходять ствердження кращі наукові традиції та підходи. На базі інституту М. В. Зубцем, В. П. Буркатом, М. Я. Єфіменком, Й. З. Сірацьким засновано авторитетні наукові школи, які отримали визнання як в Україні, так і за її межами. За роки існування інституту виховано плеяду відомих учених, наукові досягнення яких є безцінним внеском у скарбницю вітчизняної аграрної науки (Borodai, 2007).

Висновки. Таким чином, формування наукового потенціалу інституту – це, передусім, історія вчених, які на принципах спадкоємності поколінь, нерозривного наукового пошуку, наступності та традиційності в розвитку наукових напрямів, заклали підвалини та вибудували теорію і методологію селекційного вдосконалення сільськогосподарських тварин, створення умов для реалізації їх генетичного потенціалу. Здобуттям свого статусу головного науково-методичного та координаційного центру наукова установа серед іншого завдячує кад-

ровому та матеріально-технічному потенціалу попередників – КДСТ та ЦДСШО. Не менш позитивний вплив справило активне співробітництво з провідними вченими при виконанні спільних наукових проєктів та у рамках спеціалізованої вченої ради, при підготовці головного друкованого органу – міжвідомчого тематичного наукового збірника «Розведення і генетика тварин».

Ученими інституту розроблено та реалізовано програми виведення українських червоно- та чорно-рябої, бурої та червоної молочних порід, а також української, волинської, поліської та південної м'ясних порід на основі складного відтворного схрещування. Новостворені породи достатньо структуровані та консолідовані за типом, відзначаються високими технологічними та продуктивними якостями. За цими показниками не поступаються породам європейської селекції. Колективом генетиків і біотехнологів ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН розроблені і запропоновані виробництву: методи контролю генетичної консолідованості і спрямованості селекційного процесу при схрещуванні за комплексом поліморфних генетико-біохімічних систем.

REFERENCES

- Borodai, I. S. (2007). Naukovi shkoly – instytutu [Scientific schools – Institutes] *Tvarynnyctvo Ukrainy– Animal Husbandry of Ukraine*, 2, 14–16. [In Ukrainian].
- Borodai, I. S., & Nesterenko, Ju. D. (2025). Profesor A.P. Redjkin (1875–1966) – orghanizator doslidnoji spravy v ghaluzi tvarynnyctva Ukrainy [Professor A. P. Redkin (1875–1966) – organizer of research work in the field of livestock breeding of Ukraine], *Science, education and society: synergy of knowledge, innovations and practices in the development of human potential*, International scientific-practical conference. (p. 67–68). Angers, France. [In Ukrainian].
- Burkat, V. P., & Borodai, I. S. (2006). *Istorychni aspekty rozvytku teorii selektsii u skotarstvi Ukrainy* [Historical aspects of the development of breeding theory in Ukraine]. Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Burkat, V. P., & Borodai, I. S. (2008). *Narysy z istorii instytutu* [Essays on the history of the institute]. Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Verghunov, V. A., Borodai, I. S., & Lypova, Ju. D. (2015). *Profesor A. K. Skorokhodjko – uchenyj, pedaghogh, orghanizator zooghigienichnoji nauky* [Professor A.K. Skorokhodko is a scientist, teacher, and organizer of zoohygienic science]. Nilan-LTD. [In Ukrainian].
- Dziubanov, V. M., Alekseenko, L. D., Artiukh, A. S., Bakhmet, K. A., Liubchenko, H. P., Merzlykyn, A. M., Naumova, N. A., Nedava, V. E., Smyrnov, Y. V., & Tantsurov, H. V. (1965). *Kievskaya opytная stansiya zhivotnovodstva “Terezino”* [Kiev Experimental Station of Animal Husbandry “Terezino”]. Kolos. [In Russian].
- Zubets, M. M., & Borodai, I. S. (2011). *Kyivska doslidna stantsiia tvarynnyctva “Terezyne”: istoriia, zdobutky, vcheni* [Kyiv Experimental Station of Animal Husbandry “Terezyne”. History, achievements, scientists]. FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian].
- Ghladij, M. V., Vdovychenko, Yu. V., Kovtun, S. I., Polupan, Yu. P., Borodai, I. S., & O. I. Kostenko. (2022). *Istorychni skladovi formuvannja naukovooho potencialu Instytutu rozvedennja i ghenetyky tvaryn imeni M.V. Zubcja NAAN (do 101-richchja orghanizaciji zootekhnichnogho viddilu Kyjivskoj krajovoji siljskoghospodarskoji doslidnoji stanciji* [Historical components of the formation of the scientific potential of the Institute of Animal Breeding and Genetics named after M.V. Zubets of the NAAS (to the 101st anniversary of the organization of the zootechnical department of the Kyiv Regional Agricultural Research Station] *Rozvedennja i ghenetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 63, 5–19. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.63>

Одержано редколегією 17.06.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.2.034.082.2(477)

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.02>**ГЕНЕЗИС, СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ В УКРАЇНІ****О. Д. БІРЮКОВА, Ю. П. ПОЛУПАН, А. П. КРУГЛЯК, Г. С. КОВАЛЕНКО,
Ю. Ф. МЕЛЬНИК, Т. О. КРУГЛЯК, С. В. ПРИЙМА***Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)**<https://orcid.org/0000-0003-0888-662X> – О. Д. Бірюкова**<https://orcid.org/0000-0001-7609-2739> – Ю. П. Полупан**<https://orcid.org/0000-0002-1512-6576> – А. П. Кругляк**<https://orcid.org/0000-0003-4296-9832> – Г. С. Коваленко**<https://orcid.org/0000-0002-8410-3191> – Т. О. Кругляк**<https://orcid.org/0000-0001-9902-4325> – С. В. Прийма**irgt.spetsrada@ukr.net*

У статті представлено аналіз породоутворювального процесу в молочному скотарстві України. Висвітлено генезис, стан і перспективи подальшої селекційної роботи з вітчизняними молочними породами. Надано порівняльну характеристику порідного складу, інформацію щодо динаміки чисельності поголів'я, ареалу, кількості племінних стад, рівня продуктивності основних молочних порід за період 2005–2024 років. Генетичний потенціал продуктивності вітчизняних молочних порід знаходиться на рівні молочних порід Європи, наявна позитивна динаміка щодо продуктивних ознак. Водночас, відмічається різке зменшення племінної бази тварин українських чорно-рябої, червоно-рябої, червоної та бурої молочних порід. Відчутно знизилася частка вітчизняних порід у загальній структурі поголів'я молочної худоби в Україні, зокрема, української чорно-рябої молочної породи – до 30%, української червоно-рябої молочної породи – до 8%, української червоної молочної – до 1%, української бурої молочної породи – до 0,4%, симентальської породи – до 3%. Значне скорочення чисельності маточного поголів'я і катастрофічне зниження чисельності бугаїв апробованих заводських ліній у вітчизняних молочних породах вказує на неможливість подальшого підтримання внутрішньопорідної селекційної структури. У породній структурі молочного скотарства України перше місце за чисельністю і рівнем продуктивності займає гоштинська порода. Така ситуація потребує негайних заходів щодо відновлення системи селекції бугаїв в Україні для збереження вітчизняних молочних порід і зниження імпортозалежності.

Ключові слова: породоутворення, племінна база, структура породи, молочна продуктивність, відтворювальна здатність, вітчизняні молочні породи, вбирне схрещування

GENESIS, STATUS AND PROSPECTS OF DAIRY CATTLE BREEDING IN UKRAINE**O. D. Biriukova, Yu. P. Polupan, A. P. Krugliak, G. S. Kovalenko, Yu. F. Melnik,
T. O. Krugliak, S. V. Pryima***Institute of Animal Breeding and Genetics n.a. M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)*

The article presents an analysis of the breed-forming process in Ukrainian dairy cattle breeding. The genesis, state and prospects of further selection work with domestic dairy breeds are highlighted. A comparative characteristic of the breed composition, information on the dynamics of the livestock population, range, number of breeding herds, and the level of productivity of the main dairy breeds for the period 2005–2024 is provided. The genetic potential of productivity of domestic dairy breeds is at the level of European dairy breeds, and there is a positive dynamics in terms of productive traits. At the same time, a sharp decrease in the breeding base of animals of Ukrainian Black-and-White, Red-and-White, Red and Brown Dairy breeds is noted. The share of domestic breeds in the overall structure of the dairy cattle population in Ukraine has significantly decreased,

in particular, the Ukrainian Black-and-White dairy breed – up to 30%, the Ukrainian Red-and-White dairy breed – up to 8%, the Ukrainian Red dairy breed – up to 1%, the Ukrainian Brown dairy breed – up to 0.4%, the Simmental breed – up to 3%. A significant reduction in the number of breeding stock and a catastrophic decrease in the number of bulls of approved factory lines in domestic dairy breeds indicates the impossibility of further maintaining the intra-breed breeding structure. In the breed structure of dairy cattle breeding in Ukraine, the Holstein breed occupies the first place in terms of number and level of productivity. This situation requires immediate measures to restore the bull breeding system in Ukraine to preserve domestic dairy breeds and reduce import dependence.

Keywords: breed formation, breeding base, breed structure, milk productivity, reproductive capacity, domestic dairy breeds, inbreeding

Вступ. Породи сільськогосподарських тварин вбачаються основним засобом виробництва у галузі тваринництва. Тенденція створення спеціальних системних концепцій, що охоплює багато галузей науки, у зоотехнії знайшла втілення у розробці системних аспектів концепції породи. Наразі породу вважають якісно визначеною сукупністю підсистем (відріддя, порідні групи, лінії, родини, гілки, розгалуження тощо), пов'язаних у єдине ціле (Zubets & Burkat, 1989). Водночас вона є відносно автономною підсистемою ієрархічно організованої великої системи тварин загального типу і походження – біологічного виду (Burkat & Polupan, 2006).

Інтенсифікація промислових технологій виробництва молока поставила нові вимоги до порід молочного напрямку продуктивності. Серед них: високий рівень продуктивності, придатність до машинного доїння, здатність зберігати високі надой за дворазового доїння, високі технологічність вим'я і відтворювальна здатність, стійкість до захворювань, які забезпечують рентабельність виробництва. Саме неповна відповідність місцевих порід вимогам інтенсивного ведення скотарства зумовила необхідність перетворення генофонду порід України ще у 80-ті роки минулого століття (Zubets & Burkat, 1989).

У перші десятиліття відновленої незалежності в Україні було завершено тривалі процеси породоутворення, які базувались на класичних методах відтворювального схрещування та новітніх теоретичних розробках породоутворення і системної концепції породи. Зокрема, у молочному скотарстві 1992 року було апробовано (затверджено 1993 року) українську червоно-рябу молочну породу з двома внутрішньопорідними типами – центральним і південно-східним (Zubets et al., 1996, 1998, 2001; Burkat & Polupan, 2006; Baschenko et al., 2018), у 1999 році затверджено прикарпатський внутрішньопородний тип (Krugliak, 2000). У 1995 році апробовано (затверджено 1996) українську чорно-рябу молочну породу (Zubets et al., 1996, 2001; Yefimenko et al., 1998; Burkat & Polupan, 2006; Hladii et al., 2018). У 1998 році апробовано жирномолочний і голштинізований внутрішньопорідні типи (Burkat & Polupan, 1998; Kononenko et al., 2000; Polupan, 2000, 2002; Sali & Polupan, 2003), а 2004 року (затверджено 2005) – українську червону молочну породу (Burkat & Polupan, 2006; Polupan et al., 2007; Polupan, 2008; Hladii et al., 2016). Українську буру молочну породу апробовано 2005, затверджено 2009 року (Ladyka et al., 2018). Зазначені новостворені породи вітчизняної селекції тривалий час становили переважну більшість племінного і товарного поголів'я у молочному скотарстві України. Святкуючи 50-річний ювілей провідного у царині селекції сільськогосподарських тварин в Україні Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН вбачається доцільним висвітлити генезис, стан і перспективи подальшої селекційної роботи з означеними вітчизняними породами.

Зазначені вітчизняні породи молочної худоби тривалий період поліпшувалися за принципом “відкритої популяції”. Відбувалася постійна інтродукція племінного матеріалу з країн з розвиненим скотарством, що зумовлює додаткову необхідність постійного моніторингу племінних ресурсів і коригування напрямів племінної роботи з урахуванням сучасних тенденцій і викликів.

Метою роботи було висвітлити генезис, стан і перспективи подальшої селекційної роботи з вітчизняними молочними породами.

Матеріал і методика досліджень. Ретроспективний аналіз породоутворювального процесу в молочному скотарстві України здійснено за результатами досліджень авторів та інших провідних вітчизняних вчених. Динаміку порідного поліпшення визначено за матеріалами Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві, звітів з бонітування, щорічних каталогів бугаїв з визначеною племінною цінністю. Перспективи подальшої селекції базуються на встановлених хронологічних тенденціях активної частини порід і наявних генетичних ресурсах плідників.

Результати досліджень.

Українська червоно-ряба молочна порода – перша українська спеціалізована молочна порода, що затверджена як нове селекційне досягнення 1993 року (Zubets et al., 1996). Порода виведена методом складного відтворювального схрещування корів симентальської з використанням в якості поліпшувачів голштинської, монбельярдської та, в окремих регіонах, айрширської порід (Borzov, 1981; Zubets et al., 1982.; Zubets & Kruhlyak, 2010; Bashchenko et al., 2018).

При цьому середня умовна кровність за поліпшувальною голштинською породою була домінуючою і доведена цілеспрямованим підбором до рівня 62,5–87,5%, (рис. 1).

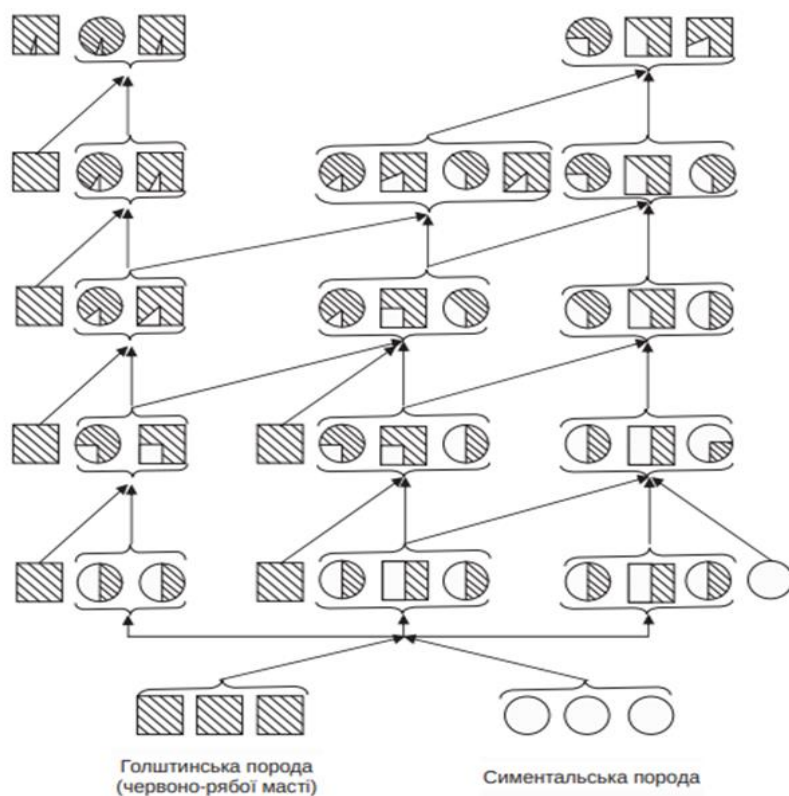


Рис. 1. Загальна схема виведення української червоно-рябої молочної породи.

Тварини цих генотипів (бажаний модельний тип) найбільше наближались до проміжного типу, що поєднував високу продуктивність та технологічність голштинської породи, міцність конституції, високі якісні показники молока, добру відтворювальну здатність, тривалість продуктивного використання тварин симентальської породи. У репродукторах червоно-рябих голштинів для поглинального схрещування використовували голштинських бугаїв-поліпшувачів протягом 4–5 поколінь до одержання тварин з умовною кровністю за голштинською породою 15/16 (93,75%) та 31/32 (96,87%), тобто практично чистопорідних тварин голштинської породи, адаптованих до місцевих умов. Подальша селекція тварин таких гено-

типів проводилась методом внутрішньопорідного розведення (Melnik, 2003; Kruhlyak et al., 2015).

Для прискорення виведення породи було впроваджено ряд нових методичних підходів та організаційних заходів (Нетуа, 2013). Основні з них наступні:

- селекційним процесом були відразу охоплені всі провідні племінні заводи симентальської породи та племпідприємства;
- частку умовної кровності вихідних порід було визначено як орієнтир, основними критеріями лишались тип, рівень молочної продуктивності та технологічність тварин;
- заводські лінії та родини закладено на початку виведення породи, не очікуючи виходу на так званий кінцевий генотип, що прискорило генезис породи на одне – три покоління;
- родоначальниками основних заводських ліній визначали чистопородних голштинських бугаїв, які мали на той час найвищу племінну цінність;
- було створено республіканський генофондний спермобанк, цілеспрямоване функціонування якого забезпечило залучення кращого світового генофонду голштинів та прискорене одержання великих масивів потомків бугаїв-лідерів одночасно в багатьох стадах (Burkat et al., 1991)
- відсутність племінної книги компенсувалась періодичним виданням каталогів плідників, яких використовували при виведенні породи;
- при створенні породи широко застосовували інбридинг різних ступенів (Burkat et al., 1996).

У 20 базових господарствах було отримано 12090 корів, рівень молочної продуктивності яких значно перевищував ровесниць симентальської породи та цільові стандарти (табл. 1).

1. Селекційна характеристика української червоно-рябої молочної породи
(на час апробації)

Селекційне досягнення	Рік затвердження	Апробоване поголів'я		Внутрішньопорідні формування			Надій за 305 днів лактації, кг		Вміст в молоці, %	
		бугаї	корови	заводський тип	лінія	родина	першої	третьої і старше	жиру	білка
УЧРМ порода	1993	1201	15151	6	13	154	4436	5133	3,86	3,30
Центральний зональний тип	1993	809	7825	3	7	41	4691	5684	3,90	3,30
Південно-східний зональний тип	1993	157	5276	2	3	41	4077	5218	4,00	3,35
Прикарпатський зональний тип	1999	42	5530	1	3	16	4217	5608	3,75	3,25
Буковинський заводський тип	2007	193	1817	1	3	56	4790	5526	3,80	3,30

Українська червоно-ряба молочна порода має розгалужену внутрішньопорідну структуру (рис. 2). У різний час в породі апробовані три внутрішньопорідні, шість заводських (зональних) типів, 11 заводських ліній (Yefimenko, 2014; Bashchenko et al., 2021; Khmelnychy & Vecherka, 2018; Koval, 2020), низка споріднених груп і 80 заводських родин.

Центральний внутрішньопорідний тип виведений методом простого відтворювального схрещування сименталів із червоно-рябими голштинами. На час апробації в центральному внутрішньопорідному типі було виведено 342 корови з надоем за вищу лактацію 8000 кг і більше. Південно-східний внутрішньо-породний тип виведений шляхом складного відтворювального схрещування сименталів із червоно-рябими голштинами, айрширами та монбельярдами (Bashchenko et al., 2021). Прикарпатський внутрішньо-породний виведений також шляхом складного відтворювального схрещування сименталів із червоно-рябими голштинами, монбельярдами та айрширами в племінних господарствах Івано-Франківської та Чернівецької областей. Характерними особливостями корів прикарпатського внутрішньопорідного

типу є подовжена тривалість господарського використання (в середньому 4,8–5,5 лактацій), комбінований тип продуктивності, добра відтворювальна здатність (Koval, 2020).



Рис. 2. Внутрішньопорідна структура української червоно-рябої молочної породи

В межах центрального внутрішньопорідного типу апробовано київський, прилуцький і черкаський, в південно-східному – вінницький та харківський, у прикарпатському – буковинський заводські типи.

У породі використовувались 956 бугаїв вітчизняної селекції, 30% з яких одержано в результаті застосованих інбридингів різних ступенів. Продуктивність одержаних в результаті тісного і близького інбридингу корів була нижчою від аутбредних на 42–311 кг і на 42–468 кг від середньої продуктивності всіх інбредних тварин. Надій корів з помірним та віддаленим інбридингом ($F = 0,09\text{--}3,9\%$) за ці ж лактації перевищував аутбредних аналогів на 77–225 кг. Тривалість господарського використання корів також збільшувалась від тісного до віддаленого інбридингу. За лінійного і підтримувального типів інбридингу надій корів, одержаних в результаті тісного і близького ($F = 6,0\text{--}38\%$) інбридингу, за 305 днів першої лактації в середньому по 15 бугаях знижувався на 515 та 310 кг, а помірно і віддалено інбредних ($F = 0,7\text{--}0,09\%$) – навпаки підвищувався на +191 та +151 кг порівняно із аутбредними аналогами. Було встановлено, що ефективність використання інбридингу залежить від його тісноти, типу підбору батьків, рівня їхньої племінної цінності. Вміле поєднання цих складових забезпечує прискорене одержання бугаїв з підвищеною гомозиготністю домінантних генів, формування генеалогічної структури породи (Burkat et al., 1996). Таким чином, інбридинг є обов'язковим елементом прискореного виведення порід, формування генеалогічної структури та ведення селекції у племінних заводах та репродукторах.

На час апробації ареал української червоно-рябої молочної породи охоплював 14 адміністративних областей України (Kruhliak, 2000). Загальна чисельність маточного поголів'я з урахуванням товарних господарств становила 1,5 млн. голів, у тому числі у племінних господарствах 86,3 тис. голів із них 40,5 тис. корів, а в базових – 13,1 тис. корів. Молочна про-

дуктивність корів за умовної частки спадковості голштинів 62,25–75,0% відповідала вимогам цільових стандартів та значно переважала вимоги «Положення про апробацію селекційних досягнень у тваринництві». Тварини нової породи зберегли притаманні місцевим сименталам м'ясні форми, міцність конституції, відтворювальну здатність, тривалість господарського використання, стійкість до захворювань та значно поліпшили технологічність вим'я.

Організаціями-оригінаторами визнано Інститут розведення і генетики тварин УААН, Інститут тваринництва УААН. Авторами породи та її внутрішньопорідних структурних формувань визнано понад 140 науковців і спеціалістів тваринництва. За розробку методів та виведення української червоно-рябої молочної породи Указом Президента України (№ 617/93 від 31 грудня 1993 року) основним авторам М. В. Зубцю, В. П. Буркату, Ю. М. Карасику, А. П. Кругляку, О. Ф. Хавруку, А. А. Омеляненку, С. Ю. Рубану, В. В. Борзову була присуджена Державна премія України в галузі науки і техніки.

З метою подальшого удосконалення тварин за рівнем молочної продуктивності та консолідації їх за іншими селекційними господарськи корисними ознаками було розроблено дві програми селекції породи у 2003 та 2013 роках (Polupan et al., 2019; Krugliak et al., 2021). В процесі реалізації першої Програми селекції української червоно-рябої молочної породи на 2003–2012 роки, поряд із суттєвим підвищенням рівня молочної продуктивності корів, було встановлено незначний негативний вплив ведення односпрямованої селекції за молочною продуктивністю (надій) на формування інших господарськи корисних та біологічних ознак тварин, перш за все їхньої відтворювальної здатності та зниження вмісту жиру і білка в молоці (Mazur et al., 2018; Ruban et al., 2018). За даними численних наукових досліджень встановлено зворотний кореляційний зв'язок надою із відтворювальною здатністю і вмістом жиру і білка в молоці корів племінних стад (Petrenko et al., 1995; Baschenko et al., 2018).

Тому, основним напрямом селекційно-племінної роботи з породою на період 2013–2020 роки ставилось нарощування генетичного потенціалу комплексу економічно важливих селекційних ознак молочної продуктивності (надій, вміст жиру і білка в молоці), формування стад за типом будови тіла, підвищення рівня відтворювальної здатності та тривалості продуктивного використання корів (Krugliak et al., 2021). Для вирішення цих питань застосовували науково обґрунтовані методи підбору тварин та добирали бугаїв лідерів поліпшувачів комплексу ознак задля підтримання високої якості молока (вміст жиру на рівні 3,8–4,1%, білка – 3,3–3,5%), відтворювальної здатності на рівні материнської породи (тривалість сервіс-періоду 100–110 днів, вихід 85–90 телят на 100 корів). Особливу увагу приділяли підвищенню тривалості продуктивного використання корів шляхом внутріпородної селекції, вірогідної оцінки, відбору, ефективного використання поліпшувачів, застосування різних ступенів інбридингу, формування генеалогічної структури породи (Burkat et al., 1991; Burkat et al., 1996). За використання генетичних маркерів встановлено генетичну специфічність різних внутрішньопорідних формувань (Biriukova & Kopilova, 2011).

Метою селекції української червоно-рябої молочної породи породи на 2013–2020 роки ставилось підвищення надоїв корів активної частини популяції до 7,0–7,5 тис. кг за лактацію за вмісту в молоці 3,8–3,9% жиру, 3,3–3,5% білка, збереження відтворювальної здатності на рівні материнської породи (тривалість сервіс-періоду 100–110 днів, вихід 85 телят на 100 корів), створення тварин живою масою корів 600–700 кг, міцного типу конституції, з тривалістю продуктивного використання протягом 5–7 лактацій шляхом внутрішньопорідної селекції, вірогідної оцінки, відбору та ефективного використання поліпшувачів переважно вітчизняної селекції (Krugliak et al., 2021).

Добір бугаїв поліпшувачів зарубіжної селекції та реалізація їхньої сперми через генофондний спермобанк при ІРГТ імені М.В. Зубця НААН забезпечило ефективне їх використання у всіх племінних господарствах України незалежно від їх відомчого чи адміністративного підпорядкування, проведення високо вірогідної одночасної їх оцінки в умовах племінних господарств України та формування генеалогічної структури породи (Burkat et al., 1991).

Односпрямована селекція на високу молочність призвела до зниження якісних показників молока у племінних стадах, що спричинило пошук шляхів селекції за комплексом ознак. Першою серед структурних формувань української червоно-рябої молочної породи, яка створена шляхом внутрішньопорідного вдосконалення тварин за комплексом ознак молочної продуктивності є заводська лінія Лідера 1926780 (затверджено Наказом Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України № 21–21 від 06.01.2021). В складі лінії виділено гілки Кінглі Лідера 1926780, Ком. Лідера 75515722 та Флано 2153299, які включають 13 бугаїв зарубіжної та 9 вітчизняної селекції, а також заводські родини Трембіти UA7100515768, Манушки UA7100600140, Віоли UA1100352940 та Вільхи UA7100673457 (Krugliak et al., 2021).

У результаті виконання програм селекції, планового рівня молочної продуктивності корів активної частини поголів'я практично було досягнуто. За даними Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві станом на 01.01.2022 року середня продуктивність 16,8 тис. корів 60-ти племінних господарств за 305 днів останньої закінченої лактації становила 7387 кг молока, 281 кг молочного жиру і 248 кг білка. У 16 базових господарствах (6,2 тис. корів) ці показники становили 8533 кг молока, 322 кг молочного жиру та 275 кг білка, що вище порівняно із продуктивністю за 2002 рік відповідно на 88,8%, 93,8% і 85,1%.

Тварини української червоно-рябої молочної породи молочної породи порівняно великі (висота в холці первісток становить 136–138 см, повновікових корів – 140–145, а бугаїв 155–165 см). Жива маса дорослих корів становить 630–680 кг, теличок у 12-місячному віці – 300–320 кг, у 18-місячному – 400–450 кг. Характерними ознаками тварин червоно-рябої породи є міцна щільна конституція, гармонійна будова тіла. Вим'я рівномірно розвинене, ванно- або чашеподібної форми, з міцною зв'язкою, щільно прикріплене. Породи конкурентоспроможна, має високий генетичний потенціал молочної продуктивності. У кращих стадах продуктивність корів знаходиться на рівні 9000–11000 кг молока з вмістом 3,6–4,3% жиру і 3,0–3,6% білка (табл. 2).

2. Кращі стада української червоно-рябої молочної породи (на 01.01.2025)

Господарство, область	Поголів'я		Надій, кг	Вміст у молоці, %		Вихід телят на 100 корів
	худоби	корів		жиру	білка	
ПАТ "ПЗ "Літинський", Вінницька	333	149	9796	4,29	3,29	76
ПОСП "Нападівське", Вінницька	670	236	10568	3,70	3,30	88
ПАФ "Єрчики", Житомирська	91	32	9430	3,62	3,23	45
ТОВ "СП "Шупики", Київська	664	336	9858	3,59	3,11	98
ТОВ "Аграрний інвестиційний союз», Київська	605	326	9556	3,72	3,23	85
ПП "Агроекологія", Полтавська	200	200	9211	4,02	3,59	81
ТОВ "Агрофірма "Соняшник" Полтавська	85	59	10802	3,98	3,36	89
СФГ "Урожай", Сумська	305	100	9635	4,00	3,21	100
ПАТ "Підсереднє", Харківська	1842	800	9184	3,30	2,88	84
СТОВ "АФ "Маяк", Черкаська	98	98	9604	3,64	3,35	85
ДП "Агрофірма "Іскра", Черкаська	563	273	9673	3,76	3,31	80
ПАТ "Нива-плюс", Чернігівська	1734	948	9056	3,79	3,34	81

Загальний масив активної частини української червоно-рябої молочної породи на 1 січня 2025 року складав близько 28 тисяч голів. Племінна база представлена 44 племінними господарствами, в яких утримують понад 13,3 тисяч корів. Найбільший масив корів української червоно-рябої молочної породи знаходиться у Черкаській та Чернігівській областях. У племінних стадах спостерігається поступове підвищення рівня молочної продуктивності за стабільного рівня середнього вмісту жиру в молоці за деякого підвищення рівня вмісту білка (рис. 3).

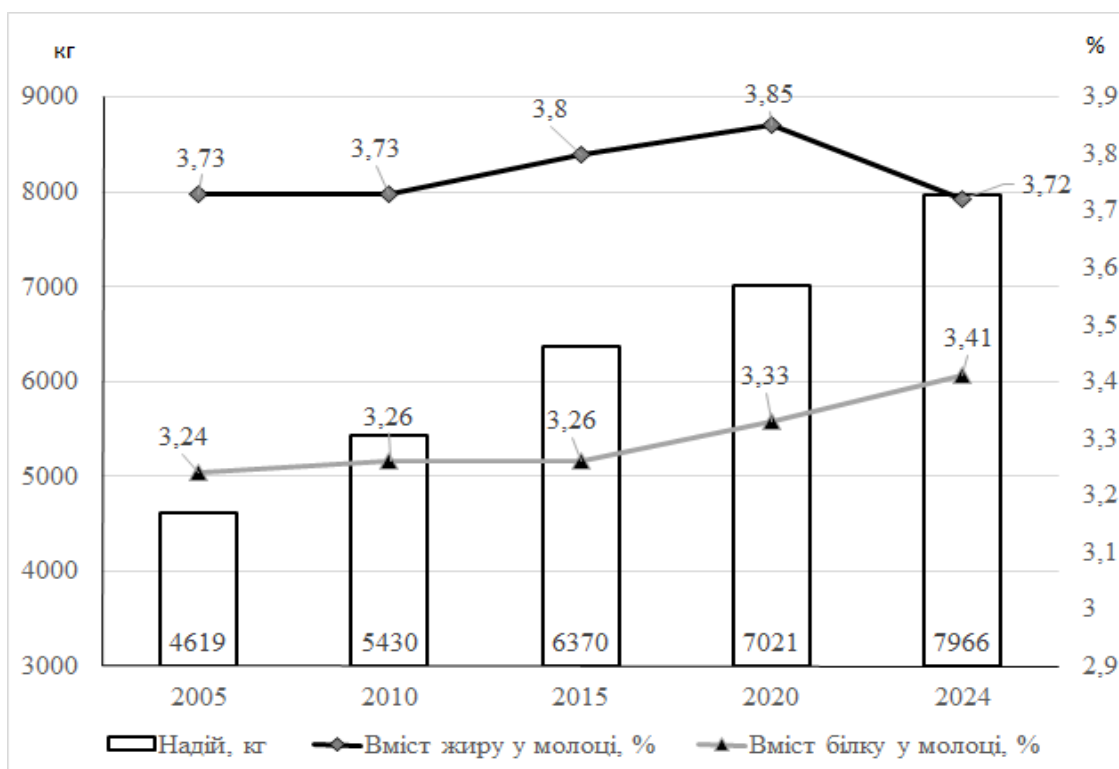


Рис. 3. Динаміка молочної продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи у племінних стадах

Подальша селекційна робота з українською червоно-рябою молочною породою спрямована на пошук шляхів удосконалення тварин за молочною продуктивністю (надій 9,0–10,5 тис.кг молока, вміст жиру в молоці 3,8–4,2%, білка 3,4–3,5%) і функціональними ознаками (відтворювальна здатність, здоров'я вимені, легкість отелень, міцність кінцівок, збереженість молодняку) методом внутрішньопорідного розведення (Krugliak et al., 2023).

Українська чорно-ряба молочна порода створена відтворювальним схрещуванням місцевої голландизованої худоби чорно-рябої масті з плідниками поліпшувальної голштинської породи. Серед вітчизняних молочних порід українська чорно-ряба молочна порода тривалий час займала перше місце за чисельністю і молочною продуктивністю. Тварини даної породи за генетичним потенціалом продуктивності майже не поступаються зарубіжним аналогам та добре відповідають вимогам промислових технологій, поєднуючи кращі селекційні ознаки поліпшувальної голштинської породи та місцевої чорно-рябої худоби (Yefimenko, 1995; Pelekhatiyyi & Kalchuk, 2001; Yefimenko et al., 2002).

В Україну ще в 30 роках XIX століття було вперше завезено плідників остфризської породи, а в кінці 50-х років голандську чорно-рябу худобу. В 60–70-х роках розпочалась робота зі схрещування місцевої чорно-рябої худоби з голландською. Результати цієї роботи засвідчили, що залучення генетичного потенціалу голландської породи сприяло збільшенню живої маси тварин та підвищенню жирномолочності. Відмічено покращену форму вим'я і швидкість молоковіддачі. Проте запланованого на той період підвищення рівня молочної продуктивності не відбулось (Savchenko et al., 1989). Досягти підвищення молочної продуктивності вдалося із залученням до селекційного процесу високого генетичного потенціалу голштинської породи (Zubets et al., 1990). Перші схрещування корів чорно-рябої породи з голштинськими плідниками в Україні були проведені на початку 60-х років у дослідному господарстві «Українка». Помісні корови перевершували чорно-рябих ровесниць за живою масою та рівнем надою, що дало підстави до розширення масштабів роботи.

В Українському науково-дослідному Інституті розведення і штучного осіменіння великої рогатої худоби за ініціативи директора доктора сільськогосподарських наук В. Ю. Недави

була започаткована наукова робота з удосконалення чорно-рябої породи великої рогатої худоби в напрямку підвищення молочності та придатності до використання на високомеханізованих фермах і промислових комплексах (Pelekhatyi et al., 1976). Передбачалося шляхом використання голштинських бугаїв створити високопродуктивні стада чорно-рябої породи з надоями повновікових корів 5,5–6 тисяч кг молока із вмістом 3,7–3,8% жиру (відповідальний кандидат сільськогосподарських наук М. С. Пелехатий). Базовими були визначені дослідне господарство «Терезине», племзаводи «Митниця» і «Кожанка». Маточне поголів'я означених стад парували з бугаями Вансайд 321910, М. Монтфреч 325222, Ройден 320300 та іншими. Помісні тварини переважали чорно-рябих ровесниць за надоєм на 549–897 кг, але поступалися за вмістом жиру на 0,06–0,24%. За генеалогічною належністю 41 з використовуваних на племстанціях України на початок 1976 року голштинських плідників віднесені до лінії Р. Совріна, 10 – до М. Чіфтейна, 9 – до С. Т. Рокіта, 5 – до інших споріднених груп.

У 1978 році лабораторію селекції чорно-рябої худоби очолив кандидат сільськогосподарських наук М. Я. Єфіменко. Головними виконавцями наукової тематики були І. Т. Харчук, В. С. Пономаренко, Я. Н. Данилків, В. П. Бойко, Б. М. Бенехіс, Г. С. Коваленко, П. В. Вергун., В. С. Пахолюк, М. Й. Чехівський та інші (Pelekhatyi et al., 1977, 1978). Наприкінці 70-х років науковцями Інституту розроблено програму створення нової чорно-рябої молочної породи з продуктивністю корів 6–8 тис. кг молока, придатних для ефективного використання в умовах сучасної технології виробництва молока. Запропоновані методи відтворювального схрещування передбачали поєднання в одній породі кращих селекційних ознак поліпшувальної голштинської (надій, технологічність вим'я) та місцевої чорно-рябої (жирномолочність, плодючість, м'ясні якості) худоби. Співвиконавцями програми були Інститут тваринництва УААН, Інститут сільського господарства Полісся УААН, Інститут землеробства і тваринництва західного регіону УААН, Вінницьке НВО «Еліта» та численні спеціалісти племінних об'єднань і господарств України. У 1980 році підготовлені «Методические рекомендации по созданию нового внутрипородного типа чорно-пестрого скота с использованием голштино-фризских быков» (Yefimenko, 1980). Робота зі створення нового типу худоби виконувалася на поголів'ї 200 тисяч корів і телиць в племінних стадах чорно-рябої породи та у товарних стадах з продуктивністю понад 3000 кг молока. Планом створення типу передбачалося одержання і розведення «у собі» помісей другого покоління з умовною кровністю 5/8 і 3/4 за голштинською породою (рис. 4).

Важливою умовою на всіх етапах створення нового типу худоби було одержання і випробування бугаїв за якістю потомства. Для цього була створена в усіх областях у племінних господарствах міжгосподарська селекційна група корів-рекордисток. Головним завданням цих тварин було одержання ремонтних бугайців та комплектація племінних станцій і двох елеверів для вирощування бугаїв і оцінки за якістю потомства. У 1977 році було продано 200 племінних бугайців, 48 з яких поставлено на випробування на Кагарлицький елевер Київської області (Pelekhatyi et al., 1977).

У Житомирській області при Науково-дослідному інституті сільського господарства Нечорноземної зони України був створений «Селекційний центр з вирощування чорно-рябої худоби на Поліссі» (Savchenko et al., 1989). До нього входив комплекс з вирощування і оцінки 370 бугаїв, комплекс на 3000 голів з вирощування їхніх дочок, контрольно-випробувальна станція на 1200 корів-первісток і контрольна станція інтенсивного вирощування і відгодівлі 1000 синів перевірюваних бугаїв. В області були виділені репродуктори племінних бугаїв і 44 випробувальні господарства. За 12 років роботи селекційний центр поставив на випробування 720 і оцінив за потомством 330 бугаїв, 37,3% яких віднесені до категорії поліпшувачів.

Важливу роль у створенні української чорно-рябої молочної породи мав імуногенетичний метод, який забезпечував точність родоводів племінних тварин. Це дало змогу не лише проводити експертизу походження, але й корегувати помилкові родоводи. Зокрема, було скореговано походження бугая Ельбруса 897, який виявив високу племінну цінність і став родоначальником однієї з кращих заводських ліній у новоствореній породі (Podoba, 1996).

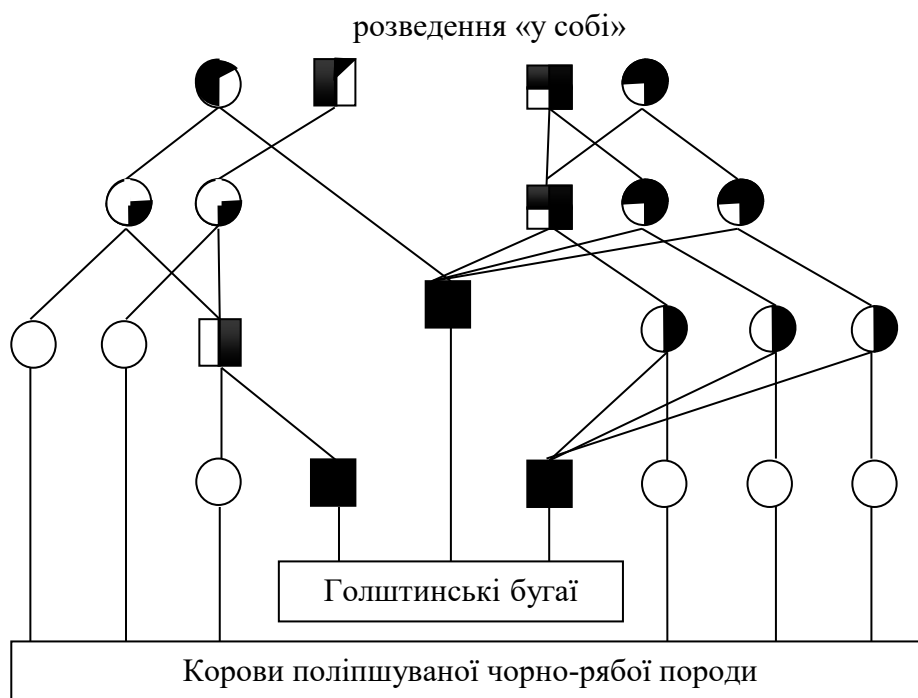


Рис. 4. Схема використання голштинських бугаїв при створенні нового внутрішньопорідного типу чорно-рябої породи

З метою поліпшення вирощування ремонтного молодняку були розроблені “Рекомендації з вирощування помісних голштинських корів” (Zubets et al., 1988) в яких запропоновані ростові стандарти ремонтних теличок. Результатом числених досліджень в Українському науково-дослідному інституті розведення і штучного осіменіння великої рогатої худоби стало розроблення “Методичних рекомендацій з вирощування телиць чорно-рябої породи у племінних господарствах” (Demianchuk et al., 1983). Встановлено, що для одержання високопродуктивної повновікової корови живою масою 680–780 кг необхідно досягнення середньодобових приростів 740 г за весь період вирощування теличок.

Наступною програмою виведення породи передбачалось переважające внутрішньопорідне розведення помісних тварин другого – третього покоління з умовною часткою спадковості поліпшувальної породи 62,5–87,5% (Yefimenko et al., 1998). Українська чорно-ряба молочна порода була апробована як нове селекційне досягнення 1995 року і затверджена наказом Міністра сільського господарства і продовольства України № 127 від 26 квітня 1996 року (Yefimenko, 1996). Автори породи: М. Я. Єфіменко, В. М. Макаров, М. С. Пелехатий, П. І. Хмара, М. В. Зубець, В. І. Антоненко, В. П. Буркат, В. Ю. Недава, С. С. Коваль, Ю. М. Карасик, Р. І. Баранчук, З. Ф. Давиденко, М. І. Башенко, Ф. Ф. Ейснер, П. Ф. Волоха, Ю. П. Стрикало та інші.

У структурі породи апробовано центральний, західний та поліський внутрішньопорідні, київський, харківський та подільський заводські типи, заводські лінії М. Монтфреча КЧП-540, С. Суддина КЧП-735, П. Астронавта КЧП-749, Ельбруса КГФ-10, Борда 3381246 і Алама 5113607, 55 заводських родин (рис. 5). Апробовані типи обмежували поширення новоствореної породи зонами Лісостепу та Полісся. Зважаючи на це було обгрунтовано та втілено у життя концепцію щодо розширення ареалу породи на південь та схід. Було створено і апробовано південний (2005 року) і сумський (2009 року) внутрішньопорідні типи (Yefimenko et al., 2002; Burkat et al., 2004).

Особливості внутрішньопорідних типів пов’язані з різною маточною основою та методами використання генофонду голштинської породи при їх створенні (Baschenko et al., 2018). Найбільш багаточисельний, крупний і високопродуктивний молочний тип худоби створений в центральних і східних областях України (Yefimenko et al., 1996). Маточною основою для

нього стали симентальська і голландська худоба, на якій використовувались переважно чистопородні голштинські бугаї. В генотипі цих тварин 62,5–75% і більше спадковості поліпшувальної породи. У центрально-східному внутрішньопорідному типі одержано 520 корів з надоями за лактацію понад 8 тис. кг молока, 101 корова – 9–10 тис. кг, серед них 89 корів з продуктивністю понад 10 тис. кг.



Рис. 5. Внутрішньопорідна структура української чорно-рябої молочної породи

У західному регіоні створений тип тварин на основі голландизованої чорно-рябої худоби з використанням голштинських бугаїв європейської і частково американської селекції. Ця худоба відрізняється достатньо високими надоями, жирномолочністю і добрими відгодівельними та м'ясними якостями. В їх генотипі від 25 до 75% спадковості голштинів. У західному типі налічувалося 108 корів з надоями понад 8 тис. кг молока (Fedorovich, 2000).

У зоні Полісся сформувався тип худоби на основі білоголової української породи з використанням переважно бугаїв голландської селекції і частково помісних голштинів, які були одержані в племінних господарствах України. Представники цього типу дещо дрібніші порівняно з обома попередніми, відзначаються молочно-м'ясним типом будови тіла, достатньою жирномолочністю, плодючістю і пристосованістю до місцевих умов. У Поліському типі було одержано 97 корів, які дають понад 8 тис. кг молока.

Середня продуктивність 1822 первісток апробованого київського заводського типу чорно-рябої молочної породи становила 6298 кг молока жирністю 3,87%, 1499 повновікових корів – відповідно 7321 кг і 3,85%. У ДПЗ «Плосківський» Броварського району Київської області була одержана корова Вербичка 2646, батьком якої був родоначальник лінії Ельбрус 0897 КГФ-10. Від неї за 305 днів 1 лактації було одержано 13320 кг молока з вмістом 3,96% жиру. Цей рекорд неперевершений і нині (Yefimenko et al., 2002). Від 298 первісток харківського заводського типу надійшло 5045 кг молока жирністю 4,04%, від 174 повновікових корів – 6337 кг і 3,87%, а від 633 первісток подільського заводського типу відповідно 4872 кг і 3,69%, повновікових корів – 5778 кг і 3,68% (Hladii et al., 2018).

Загальна чисельність тварин української чорно-рябої молочної породи становила понад 2220 тис. голів, у тому числі корів 1731 тис. голів. Питома вага породи в усіх категоріях господарств складає 35 відсотків. Як за поголів'ям, так і за продуктивністю вона посідає перше місце серед основних молочних порід України. Так, середня продуктивність 6176 корів-первісток в базових господарствах становила 5558 кг молока із вмістом жиру 3,86% за 3-ю і старше лактаціях відповідно 5252-6620-3,86.

Згідно «Програми селекції української чорно-рябої молочної породи великої рогатої худоби на 2003–2012 роки» (Melnik et al., 2003) селекційна робота з породою була спрямована на подальше підвищення молочної продуктивності, консолідацію за типом та основними господарськи корисними ознаками. Важливими завданнями було також розширення племінної бази і внутрішньопородної структури породи.

За даними М. Я. Єфіменка зі співавторами (Yefimenko et al., 2002) було обґрунтовано необхідність, викладено методику виведення, цільові стандарти, визначено базові господарства зі створення південного внутрішньопорідного типу української чорно-рябої молочної породи. В якості материнської основи використовували червону степову породу, яку схрещували з голштинськими плідниками. Значну частку маточного поголів'я (репродукція) було отримано від імпортованих корів чорно-рябої породи з країн переважно Західної Європи. Схемою створення південного внутрішньопорідного типу передбачалося одержання тварин з умовною часткою кровності за голштинською породою 62,5–87,5% яких розводять «у собі». Для одержання тварин кінцевої структури можна було застосувати різні варіанти схрещування. Під методичним керівництвом Інституту розведення і генетики тварин та за безпосередньої участі науковців регіональних центрів і дослідних станцій 7 південно-східних областей і Автономної Республіки Крим робота проводилась у 17 базових господарствах. За даними Блізніченка В. Б. (Bliznichenko, 1996) на кінець 1995 року від схрещування червоної степової породи з голштинськими бугаями чорно-рябої масті було одержано 450 тисяч голів помісних корів і телиць. Апробований південний внутрішньопорідний тип української чорно-рябої молочної породи з придніпровським і придністровським зональними заводськими типами затверджено наказом Міністерства АП України і УААН № 19/89 від 29 вересня 2005 року (Burkat et al., 2004).

Для створення сумського внутрішньопорідного типу української чорно-рябої молочної породи материнською основою була місцева лебединська порода (Ladika, 2003). До схрещування було залучено і помісних тварин зі швіцькою породою. Схрещування проводили за схемою, яка передбачала одержання і розведення «у собі» помісних тварин умовної кровності за поліпшувальною породою 56,25–75%. На Сумщині було створено масив української чорно-рябої молочної породи, який має свої відмінності. Апробований сумський внутрішньопорідний тип української чорно-рябої молочної породи затверджено наказом Міністерства АП України і УААН № 386/59 від 3 червня 2009 року.

У «Програмі селекції української чорно-рябої молочної породи великої рогатої худоби на 2013–2020 роки» (Yefimenko et al., 2013) було підведено підсумки виконання попередньої програми селекції. Відмічено збільшення племінної частини поголів'я на 38439 тисяч корів порівняно із 2003 роком. Чисельність тварин в племінних заводах збільшилась до 14032 голови. Середній надій у племінних стадах породи в 2012 році становив 5833 кг, що в порівнянні з 2003 роком більше на +1655 кг. Якісні показники молока (% жиру і білка) майже не змінились. Відмічено підвищення частки спадковості за голштинською породою в деяких стадах до 90 і більше відсотків. Неконтрольована голштинізація, окрім підвищення продуктивності худоби має свої недоліки, які пов'язані з проблемами з відтворення, зменшенням тривалості довічного використання корів, зниженням якості молока та підвищенням витрат на ветеринарне обслуговування корів.

Впродовж попередніх 20 років відбувалося поступове підвищення рівня молочної продуктивності у племінних стадах, що атестовані з розведення української чорно-рябої молочної породи (рис. 6). Середня тривалість сервіс-періоду склала 223 дні і вихід 80 телят на

100 корів. Згідно бонітування за 2024 рік від 37014 корів було одержано 8946 кг молока із вмістом 3,72% жиру і 3,28% білка. Корів з надоями 8 тис. і вище нараховується 20528 голів.

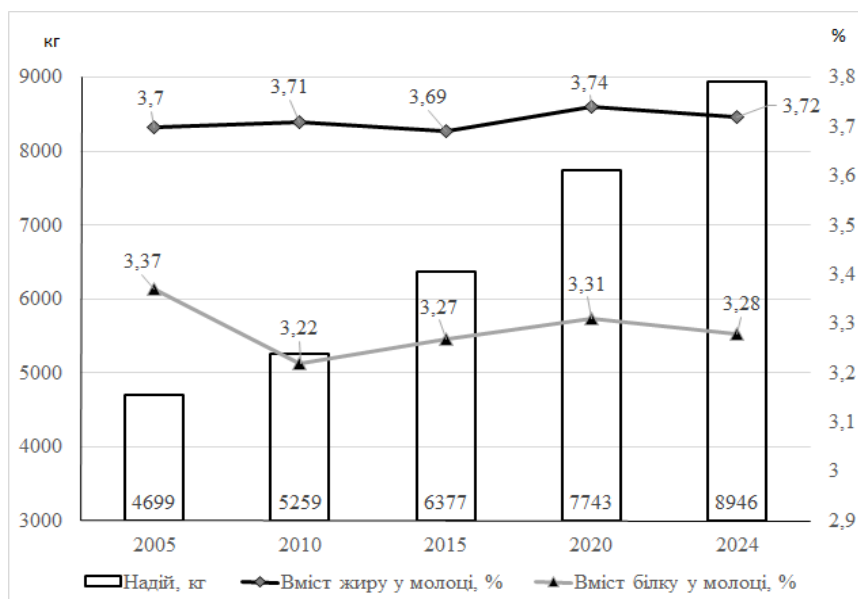


Рис. 6. Динаміка молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи

Порівняно до 2005 року чисельність племінних стад української чорно-рябої молочної породи скоротилася на 190 господарств, корів – на 36750 голів. Порівняно до 2021 року надій корів збільшився на 1203 кг за одночасного зменшення вмісту жиру в молоці на 0,02% і білка – на 0,03%. У 18 племінних стадах середній надій корів становив понад 10000 кг (табл. 3). З такою продуктивністю нині є 21 господарство з поголів'ям 11885 корів. Це золотий банк для одержання бугайців. Станом на 01.01.2025 року племінне поголів'я розміщено у 124 господарствах (46985 корів). Середня продуктивність – 8946 кг молока, вміст жиру 3,72%, білка – 3,28% (Zhukorskyi, 2025).

3. Кращі стада української чорно-рябої молочної породи (на 01.01.2025)

Господарство, область	Поголів'я		Надій, кг	Вміст у молоці, %		Вихід телят на 100 корів
	худоби	корів		жиру	білка	
СТОВ "Прогрес", Волинська	2300	867	13139	4,40	3,50	85
ТОВ АФ "Пісчанська", Харківська	5303	2118	13078	3,74	3,17	67
ТОВ "Сігнет-Мілк", Житомирська	216	102	12085	3,67	3,20	85
ПОСП імені Івана Франка, Волинська	3355	1762	11860	3,50	3,30	81
СТОВ імені Лесі Українки, Волинська	3355	1762	11860	3,41	3,30	81
ФГ "Ніна", Київська	125	107	11343	4,00	3,40	88
ФГ "Перлина Турії", Волинська	390	148	11193	3,50	3,10	95
ПП "Євросем", Київська	89	51	11173	3,79	3,31	96
ПОСП "Нападівське", Вінницька	2560	994	10883	3,69	3,30	87
ТОВ "ГАДЗ-АГРО", Тернопільська	4619	1880	10651	3,78	3,21	85
ПСП "Батьківщина", Житомирська	914	401	10575	3,76	3,29	89
ПАТ "ПЗ "Літинський", Вінницька	2185	980	10417	4,30	3,30	76
ТОВ "АФ "Київська", Київська	1302	513	10389	3,68	2,55	81
ТОВ "Молочні ріки", Львівська	1744	939	10309	3,70	3,19	83
СПОП "Відродження", Черкаська	370	254	10225	3,81	3,40	96
ПОП "Іванівське", Тернопільська	1302	420	10212	3,80	3,35	80
ПАФ "Єрчики", Житомирська	115	89	10152	3,61	3,23	58
СПП "Рать", Волинська	1989	390	10100	3,50	3,20	96

Українська червона молочна порода. Півстолітній ювілей Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН збігається з двадцятилітнім ювілеєм від затвердження української червоної молочної породи, виведення якої завершено 2003 року. Породу апробовано державною експертною комісією з 11 по 17 листопада 2004 року і 21 грудня науково-технічною радою Міністерства аграрної політики України затверджено і рекомендовано для розширеного відтворення та використання у південному та східному регіонах України. Породу затверджено наказом Міністерства аграрної політики України № 360/75 від 3 серпня 2005 року. У внутрішньопорідній структурі (рис. 7) затверджено голштинізований і жирномолочний внутрішньопорідні типи, кримський, таврійський, центральний та східний зональні заводські типи, 12 заводських ліній, 38 споріднених груп і 163 заводські родини (Polupan et al, 2007, 2018; Polupan, 2008, 2011; Hladii et al., 2016).

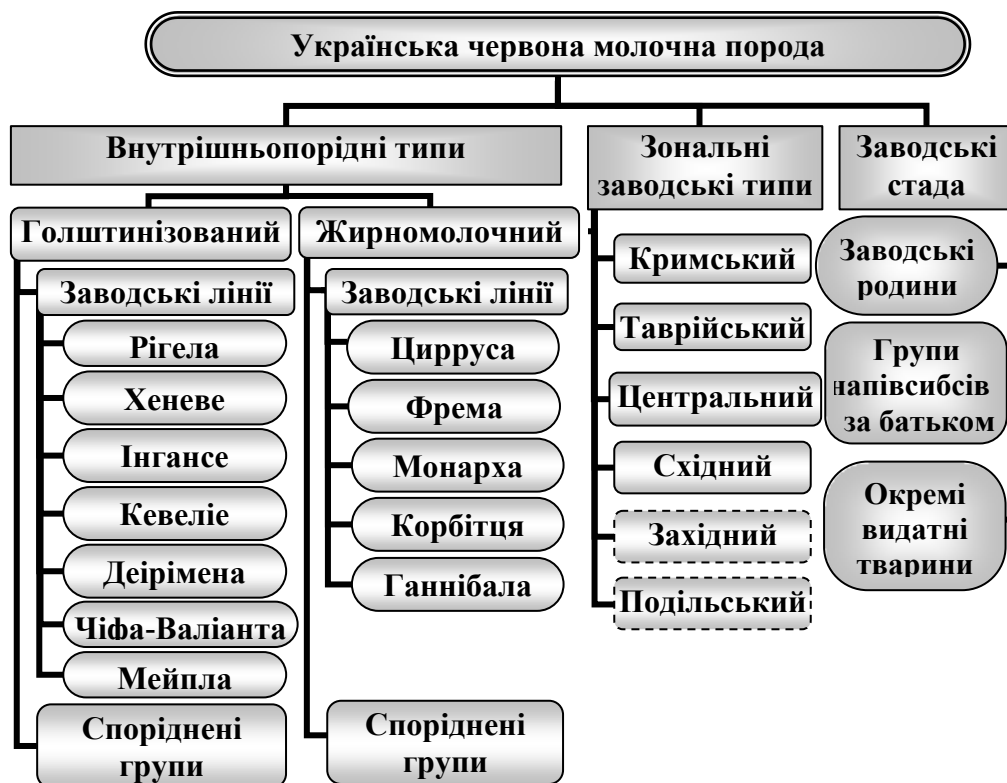


Рис. 7. Внутрішньопорідна структура української червоної молочної породи.

Організаціями-оригінаторами визнано Інститут розведення і генетики тварин, Інститут тваринництва степових районів ім. М. Ф. Іванова “Асканія-Нова”, Інститут тваринництва центральних районів, Інститут тваринництва, Кримський, Одеський, Миколаївський, Луганський та Донецький інститути агропромислового виробництва, Кіровоградську і Запорізьку державні сільськогосподарські дослідні станції УААН. Авторами породи та її внутрішньопорідних селекційних формувань визнано близько 150 науковців і селекціонерів, серед яких Ю. П. Полупан, Н. В. Кононенко, В. Б. Блізніченко, І. І. Салій, М. В. Зубець, В. П. Буркат, Ю. Ф. Мельник, В. Г. Назаренко, В. І. Вороненко, В. С. Козир, М. С. Гавриленко, В. М. Жованик, А. Я. Шпак, Л. М. Лисенко, П. М. Янчуковська, О. В. Сагоконь, Т. В. Мовчан, Л. А. Пилипенко, І. С. Хомут, Т. В. Підпала, О. С. Мокеєв, В. І. Данько, Л. М. Кальченко, Л. В. Пешук, Л. О. Омельченко, О. Т. Баранчук, М. В. Козловська, Р. І. Машенко, М. В. Яриш, Т. П. Коваль, О. В. Дуванов, В. В. Демчук, О. М. Тогушов, В. О. Фесенко та інші (Polupan et al., 2007, 2018).

Вихідною поліпшуваною породою була найчисельніша в Україні у середині ХХ століття червона степова порода, яку до 1963 року удосконалювали чистопорідним розведенням.

Пізніше почали широко використовувати англєрську і червону датську породи для схрещування з матками червоної степової з метою одержання тварин молочного типу, які б мали міцну конституцію червоної степової худоби, високу жирномолочність і придатність до машинного доїння поліпшувальних порід. Масового характеру робота зі схрещування червоної степової худоби з поліпшувальними англєрською і червоною датською породами у південному регіоні України набула наприкінці 70 років двадцятого століття. Тому на засіданні ради селекційного центру по червоних породах (Асканія-Нова, 1978) було розглянуто і схвалено програму створення нової червоної молочної породи з чотирма внутріпорідними типами: прибалтійським (червона естонська, червона литовська і бура латвійська породи), українським, північнокавказьким і казахстанським (Polupan, 2008). Для реалізації програми колективом співробітників Інституту тваринництва степових районів ім. М. Ф. Іванова “Асканія-Нова” (Копопенко et al., 1980) розроблено методичні рекомендації, які поряд з чистопорідним розведенням передбачали використання худоби поліпшувальних англєрської, червоної датської та голштинської порід для створення нових високопродуктивних ліній і типів.

Для створення жирномолочного внутрішньопорідного типу схемою відтворювального схрещування планувалось використання плідників поліпшувальних англєрської та червоної датської порід у двох – трьох поколіннях з подальшим розведенням одержаних помісей “у собі” (рис. 8).

Розведення “у собі”

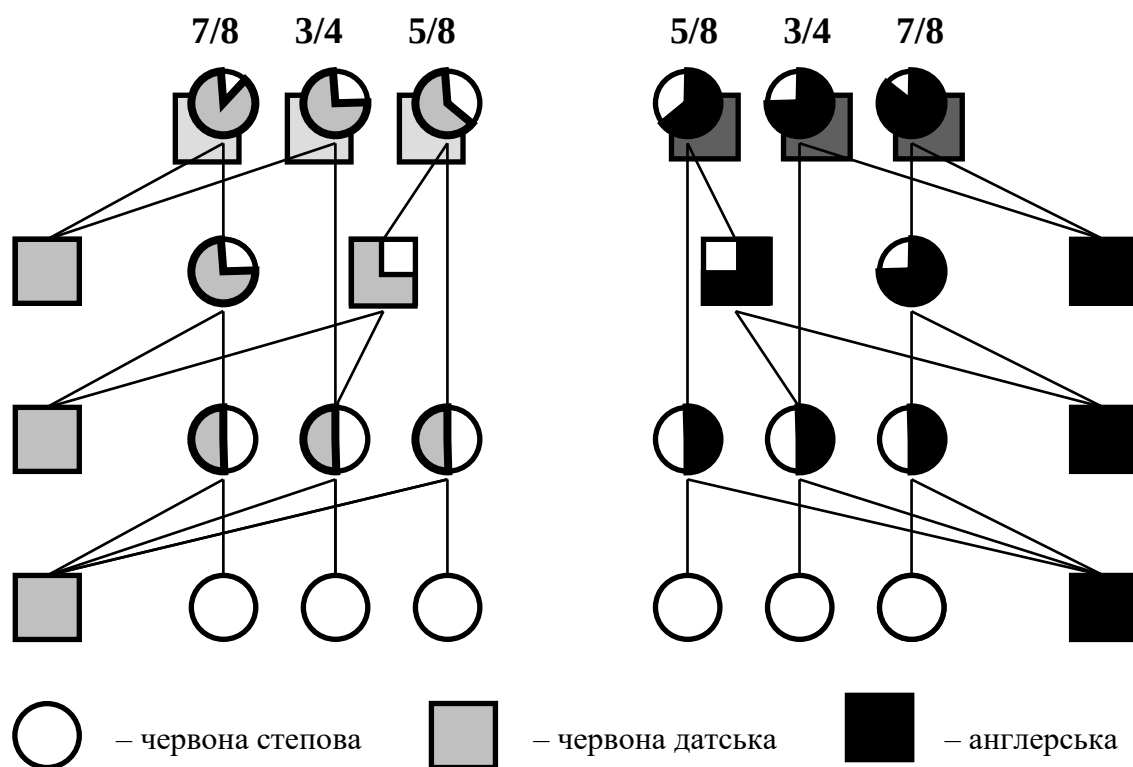


Рис. 8. Схема виведення жирномолочного внутрішньопорідного типу

Масова “англєризація” червоної степової худоби не дала очікуваних результатів підвищення молочної продуктивності у помісних тварин. У зв'язку з цим наприкінці 70-х років почали пошук більш високих темпів поліпшення продуктивних і технологічних якостей червоної степової худоби. У схрещуванні почали використовувати голштинську породу.

Інтенсивну селекційну роботу зі створення голштинізованого типу розпочато у другій половині 80-х років минулого століття зі створенням відповідної лабораторії в Інституті розведення і генетики тварин (на той час – Українському науково-дослідному інституті з племінної справи у тваринництві). Задля належного методичного та організаційного забезпечен-

ня робіт були розроблені відповідні рекомендації (Bisznichenko et al., 1988). Зазначена лабораторія здійснювала координацію робіт впродовж усього періоду створення голштинізованого типу, а з другої половини 90-х років координувала усі роботи зі створення та удосконалення української червоної молочної породи у цілому (Polupan, 2008).

Голштинізований внутрішньопорідний тип створено методом відтворювального схрещування червоної степової породи та жирномолочного типу з голштинською породою червоно-рябої масті за схемою, яка передбачала одержання і розведення “у собі” помісних тварин умовної кровності за поліпшувальною породою від 5/8 до 3/4 (рис. 9).

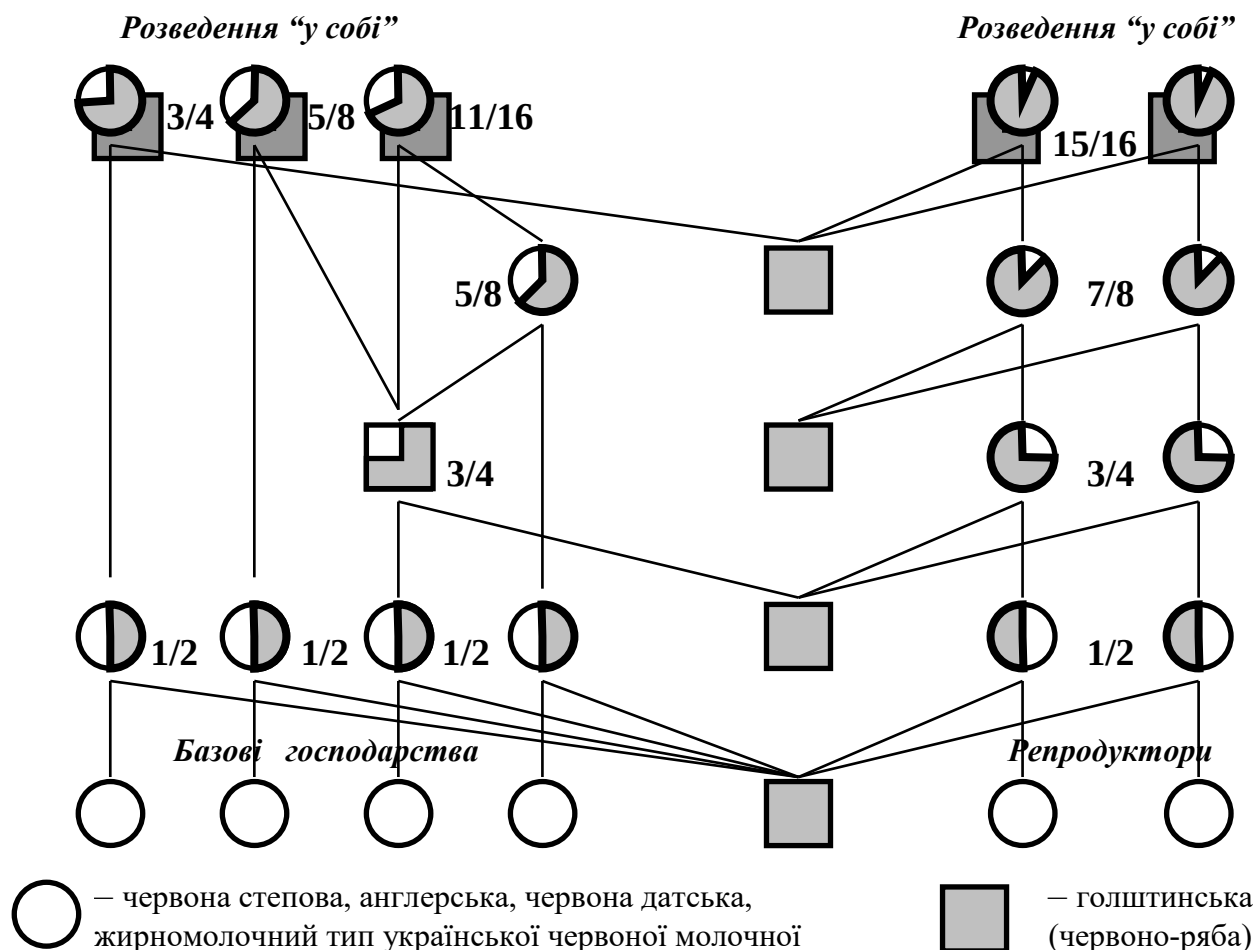


Рис. 9. Схема виведення голштинізованого внутрішньопорідного типу

З апробацією 1998 року жирномолочного (ЖЧМ) і голштинізованого (ГЧМ) внутрішньопорідних типів була задекларована найближча перспектива їх консолідації у єдину, генетично та фенотипово структуровану українську червону молочну породу (ЧМ) яка й надалі мала займати провідне за чисельністю поголів'я місце у структурі молочного скотарства південного та східного регіонів (Polupan, 1999, 2008). У процесі створення української червоної молочної породи передбачалось засобами селекції поєднати пристосованість до господарських і природнокліматичних умов півдня України, невисоку вибагливість до умов середовища червоної степової худоби та високі технологічність і молочність червоно-рябої голштинської, жирномолочність англєрської та червоної датської порід.

До апробації 2004 року української червоної молочної породи було подано 6096 корів, що відповідали цільовим стандартам. Зазначені тварини репрезентували 28 базових господарств. Від 1310 поданих до апробації корів жирномолочного типу за 305 днів першої лактації у середньому надано 4321 кг молока із вмістом 3,88% жиру і 3,17% білка за отелення у віці 947 днів та коефіцієнта відтворювальної здатності 0,943. У 4786 корів голштинізованого

типу зазначені показники у середньому становили відповідно 4679 кг, 3,85%, 3,31%, 928 днів і 0,910. За кращу лактацію продуктивність корів ЖЧМ становила 5605 кг молока із вмістом 3,88% жиру та 3,33% білка, ГЧМ – 5977 кг, 3,83% і 3,29% (Polupan et al., 2007, 2018).

На час апробації українська червона молочна порода мала чітку, розгалужену, селекційно вмотивовану структуру (рис. 9). На вищому рівні внутріпорідної селекційної ієрархії вона була структуризована на голштинізований і жирномолочний внутріпорідні типи. Задекларована і реалізована консолідація внутріпорідних типів у єдиній червоній молочній породі сприяла певному їх зближенню за основними господарськими ознаками порівняно з їх диференціацією на момент апробації 1998 року. Проте тварини голштинізованого і жирномолочного типів зберегли свою специфічність як за середньою структурою умовної кровності, так і за фенотиповим проявом основних господарськи корисних ознак. Перші із зазначених характеризуються помітно вищою живою масою впродовж усього онтогенетичного розвитку, достовірно вищими надоем і виходом молочного жиру і білка за усіма лактаціями і більш раннім віком першого отелення. Фенотипова специфічність корів жирномолочного типу як і раніше полягає у вищому вмісті жиру і білка в молоці та дещо кращою відтворювальною здатністю (Polupan et al., 2007, 2018).

Формування зональних заводських типів в українській червоній молочній породі було зумовлено як деякими регіональними кліматичними і господарськими особливостями, так і, насамперед, значним впливом, який справляло незначне число провідних племінних заводів кожного регіону на генеалогічну структуру і особливості прояву господарськи корисних ознак у тварин нової породи головню через широке використання одержаних плідників, особливо на пасивній (товарній) її частині. В українській червоній молочній породі 2004 року апробовано кримський (господарства АР Крим), таврійський (Херсонська, Запорізька і Миколаївська області), центральний (Дніпропетровська і Кіровоградська області) і східний (Донецька, Харківська і Луганська області) зональні заводські типи. Західний і подільський зональні заводські типи формувались відповідно у Одеській, Тернопільській та Волинській областях. Худоба зональних заводських типів мала не лише специфічну генеалогічну і структуру за умовною кровністю, але й відзначалась помітною міжгруповою диференціацією за фенотиповим проявом господарськи корисних ознак (Polupan, 2004, Polupan et al., 2007). Наймолодшим віком першого отелення за вищої живої маси характеризувались подані до апробації корови східного, вищим надоем – центрального і східного, вищим вмістом жиру і білка кримського і західного, кращою відтворювальною здатністю – кримського і таврійського зональних заводських типів. Після окупації 2014 року АР Крим було втрачено важелі на селекційне удосконалення кримського зонального заводського типу. А. Є. Почукалін зі співавторами (2018) повідомляють що через понад десятиріччя від року апробації найчисельнішим було підконтрольне поголів'я східного зонального заводського типу. За пробонітованим поголів'ям першість за молочною продуктивністю зберігали корови центрального і східного, за вмістом жиру в молоці та віком вибуття зі стада – таврійського типів. Очікувана перспектива розширення внутрішньопорідної структури за рахунок створення і апробації подільського зонального заводського типу на поголів'ї червоної польської породи не була реалізована з огляду на ліквідацію племінних стад.

Родоначальниками практично усіх заводських ліній та споріднених груп української червоної молочної породи були кращі бугаї поліпшувальних англєрської, червоної датської та голштинської порід (Polupan et al., 2007, 2018). Тварини апробованих 7 заводських ліній у голштинізованому і 5 – у жирномолочному внутрішньопорідних типах заводських ліній вирізнялись не лише спільним походженням від родоначальника, але й фенотиповою диференціацією за основними господарськи корисними ознаками (Polupan, 2005). Подальша генеалогічна структуризація української червоної молочної породи за лініями та спорідненими групами не продовжувалася через практичне припинення селекції плідників вітчизняних порід. Тривалий період внутрішньопорідного розведення забезпечувався використанням вкрай обмеженого числа оцінених за потомством бугаїв поліпшувачів з умовною кровністю близько

75% за поліпшувальною голштинською породою. Найбільш чисельним потомством за внутрішньопорідного розведення вирізнялись плідники Цвіток UA 435, Драгомір DE 113021400 і Сургуч UA 6500134711 (Polupan et al., 2022; Pochukalin et al., 2022)

Подальше селекційне удосконалення української червоної молочної породи мало здійснюватись за розробленими колективом авторів під керівництвом відповідної лабораторії Інституту розведення і генетики тварин НААН загальнопорідними програмами селекції (Mikitiuk et al., 2004; Hladii et al., 2015). До маточного поголів'я жирномолочного типу рекомендувалося підбирати бугаїв-поліпшувачів цього ж типу (внутріпорідне розведення у межах жирномолочного типу) або плідників поліпшувальних – англєрської та червоної датської порід. При цьому середня умовна кровність за поліпшувальними породами має залишатись переважно на рівні 75–87,5%. На частині поголів'я жирномолочного типу за кращих умов вирощування і годівлі тварин передбачався підбір плідників більш продуктивного і перспективнішого голштинізованого типу та чистопорідних бугаїв поліпшувальної голштинської породи червоно-рябої масті за схемою відтворного схрещування, яка реалізована при створенні голштинізованого типу. До маточного поголів'я голштинізованого типу рекомендовано добирати плідників цього само типу або голштинської породи за підтримання умовної кровності за поліпшувальною породою у межах 75–87,5%.

Попри значне зниження чисельності підконтрольних корів, рівень продуктивності у племінних стадах планомірно збільшувався. Станом на 1 січня 2025 року середня молочна продуктивність корів цієї породи у восьми племінних стадах складає 7218 кг молока із вмістом 3,8% жиру і вмістом 3,44% білка. Рівень надою за попередні 20 років збільшився на 40% (рис. 10).

У кращих стадах рівень надою сягнув 8000 кг молока (табл. 4).

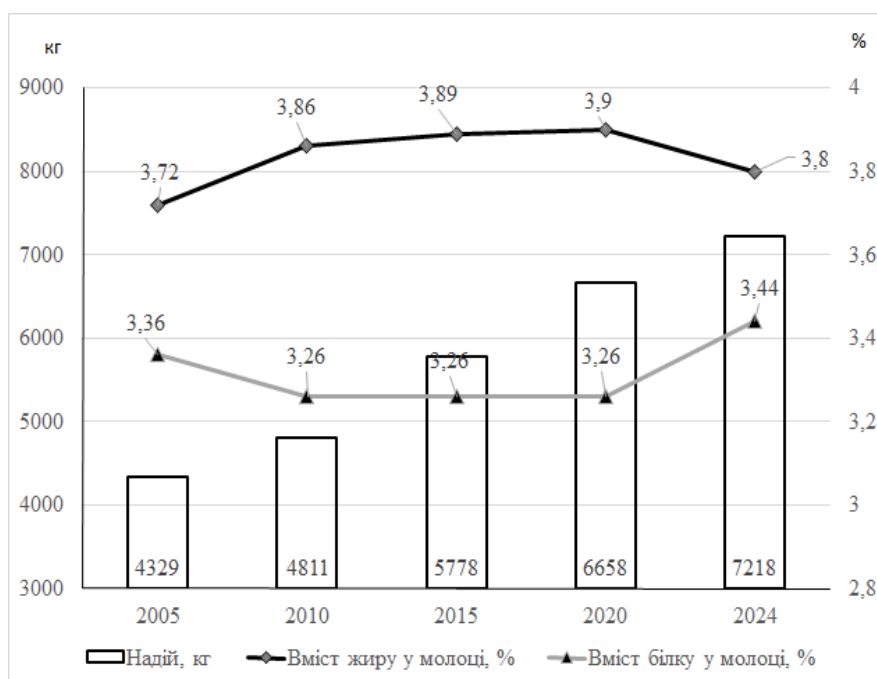


Рис. 10. Динаміка молочної продуктивності племінних корів української червоної молочної породи

4. Кращі стада української червоної молочної породи (на 1.1.2025)

Господарство, область	Поголів'я		Надій, кг	Вміст у молоці, %		Вихід телят на 100 корів
	худоби	корів		жиру	білка	
ДП ДГ Елітне НААН, Кіровоградська	294	161	7814	3,93	3,17	65
СТОВ «АФ Петродолинське», Одеська	1547	700	8025	3,71	3,23	80

Найбільшої шкоди перспективам розширеного відтворення і селекційного поліпшення завдали окупація частини зони розведення породи південного і східного степу України та практична ліквідація системи селекції бугаїв вітчизняних порід. На сьогодні зона розведення української червоної молочної породи представлена у трьох областях України (без урахування ТОТ).

Українська бура молочна порода. Удосконалення технологічних якостей лебединської породи та збільшення генетичного потенціалу продуктивності розпочалося наприкінці 70-их років минулого сторіччя шляхом використання бугаїв швіцької породи американської та західноєвропейської селекції у провідних племінних господарствах. Багаторічною цілеспрямованою племінною роботою було створено українську буру молочну породу (наказ Мінагрополітики № 386/59 від 3 червня 2009 року) за використання розроблених на початку її виведення цільових стандартів (Siratskyi et al., 1999). Створений консолідований масив худоби на рівні четвертого та п'ятого поколінь мав бажані екстер'єрні та продуктивні ознаки. Подальше використання чистопорідних швіцьких бугаїв, враховуючи спорідненість порід, високу насиченість генотипів нової популяції поліпшувальною породою, авторами пропонується прирівнювати до чистопорідного розведення (Муkytiuk et al., 2003). Система селекційно-племінної роботи для вдосконалення української бруї молочної породи передбачає подальше використання генетичного потенціалу швіцької породи (Ladyka et al., 2018).

Динаміка показників молочної продуктивності корів української бруї молочної породи демонструє високі якісні показники молока у корів. Спостерігається зниження показника вмісту білка у молоці згідно даних 2010 і 2015 років, а також різке зниження рівня надою у 2020 році. Станом на 1 січня 2025 року середній надій корів цієї породи у двох племінних стадах становить 7192 кг, що на 40% більше, за показник 2005 року (рис. 11).

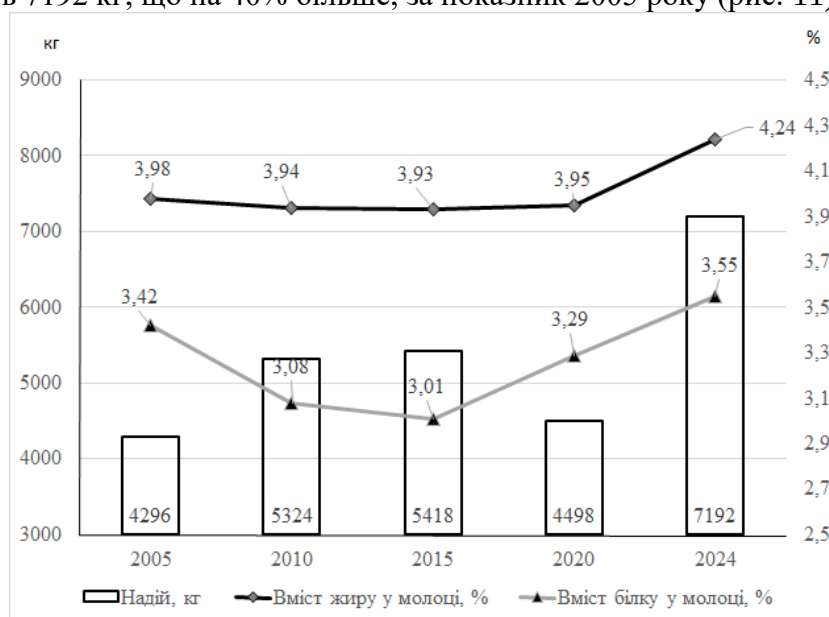


Рис. 11. Динаміка молочної продуктивності племінних корів української бруї молочної породи

Ареал української бруї молочної породи обмежений господарствами Сумської області. Спостерігається негативна динаміка щодо чисельності племінного поголів'я і племінних господарств (табл. 5). Відновлення чисельності відбувається переважно за рахунок використання бугаїв швіцької породи на маточному поголів'ї лебединської породи. Бугаї української бруї молочної породи не представлені у каталогах бугаїв з визначеною племінною цінністю.

Кращим стадом з розведення української бруї молочної породи на сьогодні є ТДВ «Маяк» на Сумщині із загальним поголів'ям 1250, у тому числі 500 корів. Середня продуктивність у стаді становить 7292 кг з вмістом жиру 4,24%, білка – 3,58%. Вихід телят становить 84 голови на 100 корів.

5. Племінні ресурси української бурої молочної породи у господарствах Сумщини

Рік	Число племінних стад	Поголів'я		Надій, кг	Вміст у молоці, %		Вихід телят на 100 корів
		худоби	корів		жиру	білка	
2005	7	3338	1394	4360	3,96	3,37	89
2010	4	1191	479	5324	3,94	3,08	87
2015	3	726	350	5418	3,93	3,01	94
2020	2	251	135	4498	3,95	3,29	78
2024	2	1326	532	7192	4,24	3,55	85

Отже, в цілому спостерігається негативна динаміка чисельності племінної бази вітчизняних молочних порід (табл. 6.). За попередні 20 років в українській чорно-рябій молочній породі число стад зменшилося на 190, поголів'я корів – на 44%; в українській червоно-рябій молочній – на 91 стадо та на 61%, відповідно; в українській червоній молочній породі – кількість стад зменшилася на 33, поголів'я – на 90%.

6. Динаміка племінного поголів'я основних молочних порід

Роки	Порода									
	українська чорно-ряба молочна		українська червоно-ряба молочна		українська червона молочна		українська бура молочна		голлштинська	
	число стад	поголов'я корів	число стад	поголов'я корів	число стад	поголов'я корів	число стад	поголов'я корів	число стад	поголов'я корів
2005	314	83736	135	33896	38	12574	7	1394	33	14269
2010	255	79398	120	34017	35	10599	4	479	33	15249
2015	184	69896	78	26306	19	6598	3	350	33	18531
2020	161	63719	60	21045	14	4300	2	135	78	41251
2024	124	46985	44	13363	5	1205	2	532	107	85107

Голштинська порода. Племінна база голштинської породи неухильно збільшується (табл. 6), у тому числі за рахунок виокремлення групи корів з високою часткою спадковості за голштинською породою, яку згідно чинної Інструкції з бонітування, можна вважати чистопородними. Така ситуація зумовлює необхідність виділення групи таких тварин з подальшою атестацією суб'єктів племінної справи з розведення голштинської породи вітчизняної селекції. За рахунок цього процесу, у тому числі, відбувається значне збільшення кількості племінних стад у період 2020–2024 років. Так, з 2015 по 2020 рік поголів'я голштинських корів збільшилася на 55%, число племінних стад зросло на 45. За попередні чотири роки поголів'я корів голштинської породи в Україні збільшилася на 52%, племінна частина стала на 31 стадо більша.

Темпи приросту надою у племінних стадах голштинської породи попередні чотири роки нарощується менш інтенсивно (рис. 12).

У період з 2020 по 2024 роки середній рівень надою корів голштинської породи збільшився на 8% і перевищив 10000 кг у 107 племінних стадах. У період 2005–2010 років збільшення рівня надою відбулося на 17%, 2010–2015 років – на 11%, 2015–2020 років – на 16%. Якісні показники молока у племінних стадах знаходилися у межах 3,72–3,83% за вмістом жиру у молоці. Слід відмітити, що протягом попередніх 10 років цей показник у голштинській породі знаходився на рівні 3,83–3,84%. Вміст білка у молоці у різні періоди коливався у межах 3,2–3,36%.

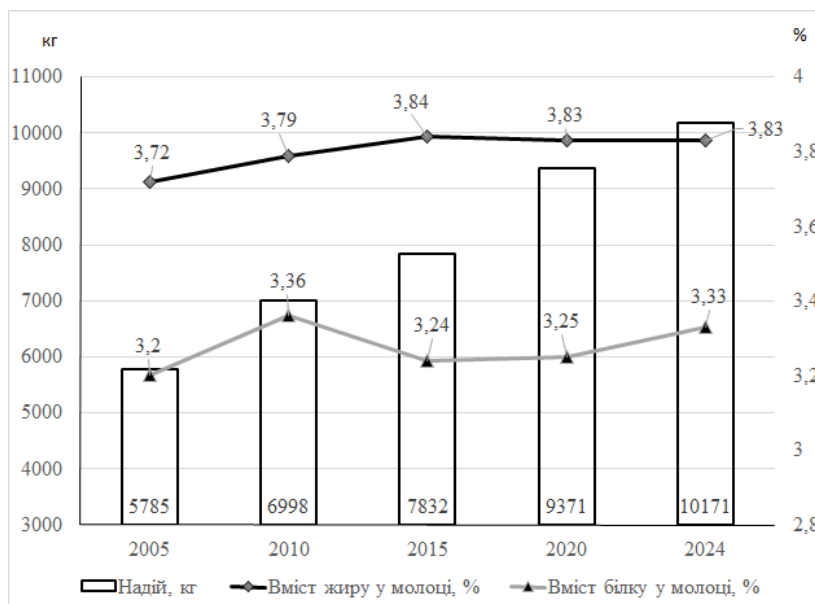


Рис. 12. Динаміка молочної продуктивності корів голштинської породи

Динаміка порідної структури молочної худоби в Україні. Структура поголів'я молочної худоби зазнає динамічних змін, відбиваючи нові тенденції у вподобаннях власників сілськогосподарських підприємств, а також об'єктивні реалії генотипової структури поголів'я племінної худоби, що склалася у процесі використання поліпшувальних порід (рис. 13, 14).

У 2005 році першою за чисельністю була українська чорно-ряба молочна порода (58% від загального поголів'я племінних тварин). На другому місці була українська червоно-ряба молочна порода (21%).

Рис. 13. Порідна структура племінного поголів'я в Україні у 2005 році
(локальні та зникаючі – БУ, БК, ЧС; інші – Чп, Пц, Ш, Ай, Ан)

За даними Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві (Zhukorskyi et al., 2024), частка корів голштинської і симентальської порід складала лише по 5% у структурі порідного складу. Менш чисельними були українська червона молочна (3%) та українська бура молочна породи (1%). У 2024 році спостерігається значна зміна у порідній структурі молочної худоби в Україні. Першість за поголів'ям племінних (підконтрольних) корів займає голштинська порода з часткою 55%. Відповідно відчутно зменшилася частка вітчизняних молочних порід у загальній структурі поголів'я. Українська чорно-ряба молочна поро-

да займає друге місце. Зменшилася частка української червоно-рябої молочної і симентальської порід. Значне зменшення поголів'я української червоної молочної породи пов'язане не лише з відсутністю бугаїв для проведення селекційної роботи, а й у зв'язку з тим, що її ареал більшою мірою співпадає з ТОТ та територіями активних бойових дій, що не увійшли у дану статистичну інформацію. Наразі ця порода займає 3% у загальній породній структурі. Катастрофічно (0,03%) знизилася чисельність тварин української бруї молочної породи.

За рівнем надою корови української червоно-рябої молочної породи поступаються українській чорно-рябій молочній породі на 100 кг, за дещо кращих якісних показників молока. Майже на тому ж рівні порівняно до попередніх п'яти років залишилася племінна база симентальської породи, проте середній надій корів збільшився до 7417 кг. Значно скоротилася племінна база української червоної молочної породи (утричі порівняно до 2020 року) за поступового підвищення рівня надою (табл. 7).



Рис. 14. Породна структура племінного поголів'я в Україні у 2024 року.
(локальні та зникаючі – БУ, БК, ЧС, Л; інші – Ш, Ай, Дж)

7. Породний склад племінного поголів'я великої рогатої худоби молочних і молочно-м'ясних порід станом на 1 січня 2025 року

Порода	Число стад	Поголів'я		За результатами бонітування				Вихід телят на 100 корів	Частка (%) корів з надоєм 8000 кг і вище
				оцінено корів	надій, кг	вміст у молоці, %			
		худоби	корів			жиру	білка		
Г	107	199063	85107	59249	10171	3,83	3,33	83	48,7
учр	124	107429	46985	37014	8946	3,72	3,28	80	43,7
учрм	44	27738	13363	10561	7966	3,72	3,41	81	36,3
С	14	9350	4755	3518	7417	3,95	3,18	85	17,1
Ш	2	3472	1687	1198	8801	3,96	3,39	98	68,2
учм	5	2920	1205	932	7218	3,80	3,44	80	7,9
Дж	4	2526	1258	995	5940	5,64	4,15	70	1,3
УБМ	2	1326	532	347	7192	4,24	3,55	85	17,1
Ай	1	1066	564	429	7501	3,99	3,02	61	27,0
Л	2	695	353	326	6435	4,27	3,55	89	-
ЧС	2	645	301	245	6664	4,11	3,12	95	19,6
Усього	307	356230	156110	114814	9362	3,81	3,34	82	44,3

Ареал усіх вітчизняних порід зменшився. Натомість ареал голштинської породи протягом попередніх 20 років збільшився від 14 до 17 областей.

У породній структурі молочного скотарства України перше місце за чисельністю і рівнем продуктивності займає голштинська порода. Число племінних стад і поголів'я племінних корів цієї породи стрімко збільшується. Це спричинено тривалим, майже безальтернативним вбирним схрещуванням у стадах українських чорно-рябої, червоно-рябої і червоної молочних порід.

Для масиву голштинської худоби науковцями ІРГТ імені М.В. Зубця НААН розроблено «Програму селекції голштинської породи великої рогатої худоби в Україні на 2023–2032 роки» (Polupan et al., 2022), де передбачено використання селекційної групи корів голштинської породи та проведення задовних паруваль з використанням сучасних методів оцінювання генотипу тварин згідно запропонованої авторами схеми селекції.

Частка корів з високою продуктивністю поступово збільшується у всіх молочних породах. Найбільший темп зростання частки високопродуктивних корів спостерігається у голштинській породі (табл. 8). Вони можуть складати селекційну групу бугайвідтворних корів за відповідного спрямованого добору (Polupan et al., 2000).

8. Чисельність високопродуктивних корів у племінних стадах молочних порід України (на 1.1.2025)

Групи за надоем за 305 днів вищої лактації, кг							
8001–9000		9001–10000		≥ 10000		Разом	
голів	%	голів	%	голів	%	голів	% від пробонітованих
Голштинська порода							
8794	44,8	9774	16,5	22891	38,63	41459	70
Українська чорно-ряба молочна порода							
5428	14,66	6245	16,87	8755	23,65	20428	55
Українська червоно-ряба молочна порода							
1711	16,2	1561	14,8	1575	14,9	4847	54
Українська червона молочна порода							
67	7,2	19	2,0	9	1,0	95	10
Українська бура молочна порода							
65	18,7	15	4,3	11	3,2	91	26

У галузі молочного скотарства в Україні переважаюча чисельність племінних стад є дрібнотоварними. Проте, існує тенденція до укрупнення господарств, що має низку переваг (інвестиційна привабливість, високотехнологічність виробництва і можливості обліку та контролю якості молока. Наразі 12,5% племінних господарств мають поголів'я корів понад 1000 корів. З них понад 74% розводять тварин голштинської породи. Поступово зростає кількість високопродуктивних стад. Станом на 1 січня 2025 року понад 20% усіх племінних стад мають середній рівень надою 10000 кг і вище. З цих господарств 63% розводять тварин голштинської породи, 34% – української чорно-рябої молочної породи.

Племінні ресурси потенційних бугайвідтворних корів доволі значні, проте племінні ресурси бугаїв для потенційного проведення задовних паруваль значно обмежені. Аналіз племінних ресурсів бугаїв молочних порід показав, що у каталогах бугаїв для відтворення маточного поголів'я представлені переважно бугаї голштинської породи (76%), тоді як за попередні три роки кількість бугаїв української чорно-рябої молочної породи знизилася на 45%, кількість бугаїв української червоно-рябої молочної породи коливається в межах 32–39 голів, української червоної молочної породи – на 85%, а бугаї української бруї молочної породи наразі взагалі відсутні.

Запаси спермопродукції бугаїв основних молочних порід стрімко знижуються. До прикладу у 2017 році запаси спермопродукції бугаїв української чорно-рябої молочної породи склали 1034,7 тис. доз, тоді як у 2025 році ці запаси зменшилися на 92%. За аналогічний

період в українській червоно-рябій молочній породі зниження склало 90% (з 1030,4 тис. доз до 92,221 тис. доз), в українській червоній молочній породі – на 93%.

Катастрофічне зниження чисельності бугаїв апробованих заводських ліній у вітчизняних молочних породах вказує на знищення внутрішньопорідної структури і неможливість проведення загальнопородної селекції. Така ситуація потребує негайних заходів щодо відновлення системи селекції бугаїв в Україні для збереження вітчизняних молочних порід та зниження імпортозалежності.

Переважаючим селекційним напрямом за практично стовідсоткового використання імпортованої спермопродукції плідників виявилось вбирне схрещування з голштинською породою. Без відновлення вітчизняної системи селекції плідників збереження вітчизняних порід не уявляється можливим. Зважаючи на загрозливу ситуацію у молочному скотарстві і з метою зниження імпортозалежності галузі племінного скотарства, науковцями Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Baschenko et al., 2017) було визначено, що обов'язковими передумовами селекційного поліпшення молочної худоби в Україні мають стати відродження національної системи селекції з урахуванням позитивного досвіду країн Європи, обов'язкова державна фінансова підтримка Програми селекції у тваринництві, що закріплена на законодавчому рівні.

Висновки. Генетичний потенціал продуктивності вітчизняних молочних порід знаходиться на рівні молочних порід Європи. Наявна позитивна динаміка щодо продуктивних ознак. Водночас, відмічається різке зниження племінної бази тварин української чорно-рябої, червоно-рябої, червоної та бурої молочних порід. Відчутно зменшилася частка вітчизняних молочних порід у загальній структурі поголів'я молочної худоби в Україні. Українська чорно-ряба молочна порода займає друге місце (30%). Зменшилася частка української червоно-рябої молочної породи (до 8%), української червоної молочної (до 1%), української бурої молочної породи (до 0,4%), симентальської породи (до 3%). Значне скорочення чисельності маточного поголів'я та катастрофічне зниження чисельності бугаїв заводських ліній у вітчизняних молочних породах вказує на знищення внутрішньопорідної структури і неможливість проведення загальнопородної селекції. Така ситуація потребує негайних заходів щодо відновлення системи селекції бугаїв в Україні для збереження вітчизняних молочних порід та зниження імпортозалежності за безумовної фінансової підтримки державою.

У породній структурі молочного скотарства України перше місце за чисельністю і рівнем продуктивності займає голштинська порода. Число племінних стад і племінних корів цієї породи стрімко збільшується переважно через тривале, майже беальтернативне вбирне схрещування у стадах українських чорно-рябої, червоно-рябої та червоної молочних порід. За таких умов відновлення вітчизняної системи селекції плідників вбачається за можливе через використання селекційної групи корів голштинської породи та проведення задовільних паруваль з використанням сучасних методів оцінювання генотипу тварин.

REFERENCES

- Baschenko, M. I., Hladii, M. V., Melnyk, Yu. F., Yefimenko, M. Ya., Kruhliak, A. P., Polupan, Yu. P., Vyshnevskiy, L. V., Biriukova, O. D., Kruhliak, O. V., Kuzebnyi, S. V., & Pryima, S. V. (2017). Stan i perspektyvy rozvytku molochnoho skotarstva Ukrainy [State and prospects of dairy cattle breeding development in Ukraine] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 54, 6–14. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2017_54_3
- Baschenko, M. I., Melnyk, Yu. F., Kruhliak, A. P., Biriukova, O. D., Polupan, Yu. P., & Kruhliak, T. O. (2018). *Ukrainska chervono-riaba molochna poroda* [Ukrainian Red-and-White Dairy Breed]. In M. V. Hladii & Yu. P. Polupan (Eds.), *Selektsiini, henetychni ta biotekhnolohichni metody udoskonalennia i zberezhenia henofondu porid silskohospodarskykh tvaryn* [Breeding, genetic and biotechnological methods for improving and preserving the gene pool of

- farm animal breeds] (209–253). Tekhservis. [In Ukrainian]. https://iabg.org.ua/images/poltava_2018.pdf
- Bashchenko, M. I., Boyko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., & Tkach, Ye. F. (2021). Osoblyvosti ekster"yeru koriv-pervistok, otrymanykh vid buhayiv porid monbel'yard, norvez'ka chervona ta holshtyn [Peculiarities of the exterior of first-born cows obtained from bulls of the Montbeliard, Norwegian red and Holstein breeds] *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 61, 27–34. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.61.04>
- Benehis, B. M., & Yefimenko, M. Ya. (1983). Seleksiino-henetychni parametry molochnoi produktyvnosti v reproduktorakh hollandskoi khudoby [Selection-genetic parameters of milk productivity in Dutch cattle reproducers] *Rozvedennia ta shtuchne osimeninnia velykoi rohatoi khudoby – Breeding and artificial insemination of cattle*. Kyiv, 15, 15–18. [In Ukrainian].
- Biriukova, O. D., & Kopylova, K. V. (2011). Zastosuvannia molekuliarnykh markeriv dlia vivchennia henetychnoi spetsyfiky novykh vnutriporodnykh formuvan [Application of molecular markers for studying the genetic specificity of new intra-breed formations] *Henomna selektsiia u tvarynnytstvi: stan ta perspektyvy rozvytku* [Genomic selection in animal husbandry: state and prospects], materialy tvorchoi diskusii (Chubynske, 19 kvit. 2011 r.) (c. 13–15). Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Blyznichenko, V. B. (1996). Polipshennia chervonoï stepovoi porody [Improvement of the Red Steppe Breed] *Tvarynnytstvo Ukrainy – Animal Husbandry of Ukraine*, 1, 13–15. [In Ukrainian].
- Blyznichenko, V. B., Baranchuk, A. T., Chyryk, I. I., Sych, N. P., Polupan, Yu. P., & Pukhlikov, I. Ye. (1988). Rekomendatsii po sozdaniiu ukrainskogo tipa krasnogo molochnogo skota s ispolzovaniem krasno-piostrykh holshtynov v khoziaistvakh Ukrainskoi SSR [Recommendations for creating the Ukrainian type of red dairy cattle using red-and-white Holsteins in the farms of the Ukrainian SSR]. [In Russian].
- Borzov, V. V. (1981). Perspektyvy stvorennia vnutriporodnoho typu symental's'koyi khudoby vvidnym skhreshchuvannyam z ayrshyrs'koyu, monbel'yards'koyu i chervono-ryaboyu holshtyno-fryz'koyu porodamy na Ukrayini [Prospects for creating an intrabreed type of Symmental thinness by crossing with the Ayrshire, Montbeliard and Red Holstein-Friesian breeds in Ukraine] *Molochno-m'yasne skotarstvo – Dairy and beef cattle breeding*. Kyiv, 55, 3–9. [In Ukrainian].
- Burkat, V. P., Yefimenko, M. Ya., Kovalenko, H. S., Polupan, Yu. P., Kozyr, V. S., Movchan, T. V., Fedoriaka, V. P., Khomut, I. S., & Buiuklu, H. I. (2004). Materialy do aprobatsii pivdennoho vnutriporodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody z prydnirovskym i prydnistrovskym zavodskymy typamy [Materials for the approbation of the Southern intra-breed type of Ukrainian Black-and-White dairy breed with Dnipro and Dniester factory types]. Kyiv. Chubynske. [In Ukrainian].
- Burkat, V. P., & Polupan, Yu. P. (2006). Transformatsiia teorii porodoutvorennia u pratsiakh ukrainskykh uchenykh [Transformation of the theory of breed formation in the works of Ukrainian scientists] *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 12, 73–79. [In Ukrainian].
- Burkat, V. P., & Polupan, Yu. P. (1998). Ukrainskyi holshtynizovanyi vnutriporidnyi typ ta perspektyvy stvorennia chervonoï molochnoi porody [Ukrainian Holsteinized intra-breed type and prospects for creating a red dairy breed] *Selektsiia: nauково-vyrobnychiy biuleten – Selection: Scientific and Industrial Bulletin*. Kyiv, 5, 33–36. [In Ukrainian].
- Burkat, V. P., Kruglyak, A. P., & Khavruk, A. V. (1991). Rekomendatsii po formirovaniyu genealogicheskoy struktury krasno-pestroy molochnoy porody krupnogo rohatogo skota [Recommendations for the formation of the genealogical structure of the red-and-white dairy cattle breed]. [In Russian].
- Burkat, V. P., Yefimenko, M. Ya., & Kovalenko, H. S. (2004). Materialy do aprobatsii pivdennoho vnutriporodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody z prydnirovskym i prydnistrovskym zavodskymy typamy [Materials for the approbation of the Southern intra-breed type of

- Ukrainian Black-and-White dairy breed with Dnipro and Dniester factory types]. Chubynske. [In Ukrainian].
- Burkat, V. P., Zubets', M. V., & Kruhlyak, A. P. (1996). Rol' korotkykh liniy u henetychnomu polipshenni ukrayins'koyi chervono-ryaboyi molochnoyi porody [The role of short bloodlines in the genetic improvement of the Ukrainian Red-and-White dairy breed] *Selektsiya: naukovovyrobnychyy byuleten' – Breeding: scientific and industrial bulletin*. Kyiv, 3, 29–37. [In Ukrainian].
- Demianchuk, V. P., Havrylenko, N. S., Kovalenko, H. S., Ponomarenko, V. S., Demianchuk, V. V., & Ponomarenko, M. M. (1983). *Metodicheskie rekomendatsii po vyrashchivaniuu telok chernopestroy porody v plemennykh khoziaistvakh* [Methodological recommendations for raising Black-and-White heifers in breeding farms]. [In Russian].
- Fedorovych, Ye. I. (2000). *Selektsiino-henetychni ta biolohichni osoblyvosti chorno-riaboi khudoby zakhidnoho rehionu Ukrainy* [Selection-genetic and biological features of Black-and-White cattle in the Western region of Ukraine]. Naukovyi svit. [In Ukrainian].
- Hetya, A. A., Kudryavs'ka, N. V., Kostenko, O. I., Bashchenko, M. I., Ruban, S. Yu., Biryukova, O. D., Kovalenko, H. S., Shablya, V. P., Danshyn, V. O., Sharan, P. I., Kuzebnyy, S. V., Basso's'kyy, D. M., Shvets', N. V., Kruhlyak, T. O., Hol'osa, H. O., Kruhlyak, A. P., & Terekhov S. I. (2013). *Prohrama udoskonalennya ta orhanizatsiyi vedennya selektsiynoho protsesu v ukrayins'kiy chervono-ryabiy molochniy porodi velykoyi rohatoyi khudoby na perspektyvu do 2020 roku* [The program of improvement and organization of the breeding process in the Ukrainian Red-and-White dairy breed of cattle for the perspective of 2020]. [In Ukrainian].
- Hladii, M. V., Polupan, Yu. P., Bazyshyna, I. V., Bratushka, R. V., Bezrutchenko, I. M., Polupan, N. L., Pozhylov, A. O., Havrylenko, M. S., Mykhailenko, N. H., Baschenko, M. I., Zhukorskyi, O. M., Kostenko, O. I., Hetia, A. A., & Kudriavska, N. V. (2015). *Prohrama selektsii ukrainskoi chervonoj molochnoi porody velykoi rohatoi khudoby na 2014-2023 roky* [Program for the breeding of Ukrainian Red Dairy Cattle for 2014-2023 years]. [In Ukrainian].
- Hladii, M. V., Polupan, Yu. P., Bazyshyna, I. V., Pochukalin, A. Ye., Koval, T. P., Bezrutchenko, I. M., Polupan, N. L., & Mykhailenko, N. H. (2016). Henezys i perspektyvy chervonoj molochnoi khudoby v Ukraini [Genesis and prospects of red dairy cattle in Ukraine] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 51, 41–60. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.51.06>
- Hladii, M. V., Yefimenko, M. Ya., Polupan, Yu. P., Kovalenko, H. S., Cherniak, N. H., & Pryima, S. V. (2018). *Ukrainska chorno-riaba molochna poroda* [Ukrainian Black-and-White Dairy Breed]. In M. V. Hladii & Yu. P. Polupan (Eds.), *Selektsiini, henetychni ta biotekhnolohichni metody udoskonalennia i zberezhenia henofondu porid silskohospodarskykh tvaryn* [Breeding, genetic and biotechnological methods for improving and preserving the gene pool of farm animal breeds] (253–268). Tekhservis. [In Ukrainian]. https://iabg.org.ua/images/poltava_2018.pdf
- Khmelnychyi, L. M., & Vecherka, V. V. (2018). Vpliv chastky spadkovosti holshtyns'koyi porody ta metodiv pidbory na hospodars'ky korysni oznaky koriv molochnoyi khudoby [The effect of share hereditability of Holstein breed and methods for selection of economically useful traits of cows dairy cattle] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 55, 135–142. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.55.19>
- Kononenko, N. V., Besarab, O. P., Syniuk, R. O., Blyznychenko, V. B., Vlasov, V. I., Topilin, D. A., Buhaev, V. A., & Tyshchenko, I. V. (1980). *Metodicheskie rekomendatsii po realizatsii programy selektsii krupnogo rohatogo skota krasnoi stepnoi porody Ukrainy v 1980–1990 gg* [Methodological recommendations for implementing the breeding program of red steppe cattle in Ukraine in 1980–1990]. [In Russian].
- Kononenko, N., Bliznichenko, V., Salii, I., Besarab, A., & Topilin, D. (2000). Metody stvorennia novoho zhyrnomolochnoho typu chervonoj molochnoi porody [Methods of creating a new high-fat milk type of red dairy breed] *Tvarynnytstvo Ukrainy – Animal Husbandry of Ukraine*, 5–6, 6–8. [In Ukrainian].

- Koval, T. P. (2020). Henetyko-populiatsiyni parametry koriv ukrayins'koyi chervonoyi molochnoyi porody zaleshno vid umovnoyi krovnosti za holstyns'koyu porodoyu [Genetic and population parameters of Ukrainian Red dairy cows depending on conditional breeding by Holstin breed] *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 60, 40–46. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.60.05>
- Krugliak, A., Birukova, O., Krugliak, T., Krugliak, O. (2021). The breeding and economic values of related Leader 1926780 group bulls un Ukrainian Red-and-White Dairy breed. *Rozvedennya i henetyka tvaryn - Animal breeding and genetics*. Kyiv, 57, 48–58. [in English]
- Krugliak, A. P., Krugliak, O. V., & Krugliak, T. O. (2021). Osoblyvosti proyavy hospodars'ky korycnykh oznak tvaryn riznykh henotypiv holstyns'koyi porody v Ukrayini [Peculiarities of manifestation of economic useful traits of the different henotypes animals of Holnstein breed in Ukraine] *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 62, 37–48. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.62.07>
- Kruhlyak, A. P. (2000). Inbrydynh u selektsiyi velykoyi rohatoyi khudoby [Inbreeding in cattle breeding] *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 12, 91. [In Ukrainian].
- Kruhlyak, A. P. (2000). Prykarpats'kyy vnutriporodnyy typ ukrayins'koyi chervono-ryaboyi molochnoyi porody [Carpathian intrabreed type of the Ukrainian Red-and-White dairy breed] *Naukovyy visnyk natsional'noho ahrarnoho tsniversytetu – Scientific Bulletin of the National Agrarian University*. Kyiv, 21, 51–54. [In Ukrainian].
- Kruhlyak, A. P. (2016). Metodychni osnovy vykorystannya krosbrydynhu v molochnomu skotarstvi [Methodological foundations of using crossbreeding in dairy farming] *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 52, 41–48. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2016_52_9
- Kruhlyak, A. P., Biryukova, O. D., Kovalenko, H. S., & Kruhlyak, T. O. (2015). Ukrayins'ka chervono-ryaba molochna poroda – rezul'tat realizatsiyi novoyi teoriiy u skotarstvi [The Ukrainian Red-and-White dairy breed is the result of the implementation of a new theory in cattle breeding] *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 50, 39–48. [In Ukrainian].
- Kruhlyak, A. P., Kruhlyak, O. V., Kruhlyak, T. O. (2023). Henetychni zonomirnosti formuvannya hospodars'ky korycnykh oznak u tvaryn ukrayins'koyi chervono-ryaboyi molochnoyi porody za pohlynal'noho skhreshchuvannya. Stan i perspektyvy [Genetic patterns of the formation of economically useful traits in animals of the Ukrainian red-and-white dairy breed during absorptive crossing. Status and prospects] *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 65, 65–80. [In Ukrainian].
- Ladyka, V. I., Bondarchuk, L. V., & Pavlenko, Yu. M. (2018). Ukrainska bura molochna poroda [Ukrainian Brown Dairy Breed]. In M. V. Hladii & Yu. P. Polupan (Eds.), *Selektsiini, henetychni ta biotekhnologichni metody udoskonalennia i zberezhenia henofondu porid silskohospodarskykh tvaryn* [Breeding, genetic and biotechnological methods for improving and preserving the gene pool of farm animal breeds] (290–299). Tekhservis. [In Ukrainian]. https://iabg.org.ua/images/poltava_2018.pdf
- Ladyka, V. I., Kotendzhi, H. P., Rubtsov, I. O., Levchenko, I. V., Yefimenko, M. Ya., & Chekhivskyi, M. Y. (2003). Shchodo istorii stvorennia sumskoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Regarding the history of creation of the Sumy type of Ukrainian Black-and-White dairy breed] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo - Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 7, 120–125. [In Ukrainian].
- Mazur, N. P., Fedorovych, Ye. I., & Fedorovych, V. V. (2018). Produktivne dovolittya molochnoyi khudoby za riznykh metodiv rozvedennya [Productive longevity of dairy cattle with the use of different methods of breeding] *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 55, 102–112. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.55.14>
- Melnyk, Yu. F., Mykytiuk, D. M., Pyscholka, V. A., Lytovchenko, A. M., Burkat, V. P., Bilous, O. V., Yefimenko, M. Ya., Antonenko, V. I., Havrylenko, M. S., Kovalenko, H. S., Kuzmenko, I. I., Vasylykivskyi, S. B., Podoba, B. Ye., Siratskyi, Y. Z., Fedorovych, Ye. I.,

- Sharan, P. I., Baschenko, M. I., Tyshchenko, I. V., & Khmelnychy, L. M. (2003). *Prohrama selektsii ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody velykoi rohatoi khudoby na 2003-2012 roky* [Program for the breeding of Ukrainian Black-and-White dairy cattle for 2003-2012]. [In Ukrainian].
- Ministerstvo selskoho khoziaistva. USSR, Ukrainyskyi nauchno-issledovatskyi institut razvedeniia i iskusstvennoho oshemeneniia krupnoho rohatoho skota [Ministry of Agriculture. Ukrainian SSR, Ukrainian Research Institute of Breeding and Artificial Insemination of Cattle]. (1985). *Otchet o nauchno-issledovatskoi rabote za 1981–1985 gg.* T. 1. [Report on research work for 1981–1985. Vol. 1]. [In Russian].
- Mykytiuk, D. M., Lytovchenko, A. M., Burkat, V. P., Polupan, Yu. P., Havrylenko, M. S., Sokhatskyi, P. S., Polupan, N. L., Koval, T. P., Pletenchuk, I. M., Rieznykova, N. L., Duvanov, O. V., Podoba, B. Ye., Sharan, P. I., Sharapa, H. S., Kuzmenko, I. I., Bilous, O. V., Kononenko, N. V., Salii, I. I., Buiuklu, H. I., Nazarenko, V. H., Buiuklu, M. I., Kozyr, V. S., Movchan, T. V., Kozlovskaya, M. V., Khomut, I. S., Melnyk, Yu. F., & Maiboroda, M. M. (2004). *Prohrama selektsii ukrainskoi chervonoï molochnoi porody velykoi rohatoi khudoby na 2003-2012 roky* [Program for the breeding of Ukrainian Red Dairy Cattle for 2003–2012 years]. [In Ukrainian].
- Pelekhatyi, N. S. et al. (1976). *Sovershenstvovat cherno-pestruiu porodu krupnoho rohatoho skota v napravleniï povysheniia molochnosti u pryhodnosti k yspolzovaniï na krupnykh vysokomekhanizirovannykh fermakh u promyshlennnykh kompleksakh* [To improve the black and white breed of cattle in the direction of increasing milk production and suitability for use on large, highly mechanized farms and industrial complexes]. In *Otchet o vypolneniï plana nauchno-issledovatskoi raboty za 1976 god.* T. 1. [Report on the implementation of the research plan for 1976] (1–167). Ukrainyskyi naukovo-doslidnyi instytut rozvedenniia i shchuchnoho osimenenniia velykoi rohatoi khudoby. [In Russian].
- Pelekhatyi, N. S. et al. (1977). *Sovershenstvovat cherno-pestruiu porodu krupnoho rohatoho skota v napravleniï povysheniia molochnosti u pryhodnosti k yspolzovaniï na krupnykh vysokomekhanizirovannykh fermakh u promyshlennnykh kompleksakh* [To improve the black and white breed of cattle in the direction of increasing milk production and suitability for use on large, highly mechanized farms and industrial complexes]. In *Otchet o vypolneniï plana nauchno-issledovatskoi raboty za 1977 god.* T. 1. [Report on the implementation of the research plan for 1977] (3–329). Ukrainyskyi naukovo-doslidnyi instytut rozvedenniia i shchuchnoho osimenenniia velykoi rohatoi khudoby. [In Russian].
- Pelekhatyi, N. S. et al. (1978). *Sovershenstvovat cherno-pestruiu porodu krupnoho rohatoho skota v napravleniï povysheniia molochnosti u pryhodnosti k yspolzovaniï na krupnykh vysokomekhanizirovannykh fermakh u promyshlennnykh kompleksakh* [To improve the black and white breed of cattle in the direction of increasing milk production and suitability for use on large, highly mechanized farms and industrial complexes]. In *Otchet o vypolneniï plana nauchno-issledovatskoi raboty za 1978 god.* T. 1. [Report on the implementation of the research plan for 1978] (3–492). Ukrainyskyi naukovo-doslidnyi instytut rozvedenniia i shchuchnoho osimenenniia velykoi rohatoi khudoby. [In Russian].
- Pelekhatyi, M. S., & Kalchuk, L. A. (2001). Rezultaty hospodarskoho vykorystanniia koriv chorno-riaboi porody riznoho pokhodzhenniia, henotypiv i linii [Results of economic use of Black-and-White cows of different origins, genotypes, and lines] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten – Scientific and technical bulletin*. Kharkiv, 80, 82–84. [In Ukrainian].
- Petrenko, I. P., Shestozub, M. I., & Bykovets', N. I. (1995). Molochna produktyvnist' dvo- i try porodnykh pervistok DPZ «Trostianets» [Milk productivity of two- and three-breed first-borns cows of the «Trostianets» dairy farm] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 28, 3–7. [In Ukrainian].
- Pochukalin, A. Ye., Pryima, S. V., & Rizun, O. V. (2022). Rozvedennia za liniiami v aktyvniï chastyi populatsii molochnoi khudoby ukrainskoi chervonoï porody [Breeding by lines in the

- active part of the dairy cattle population of the Ukrainian Red Breed] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of Sumy National Agrarian University. Animal Husbandry*, 3(50), 42–46. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2022.3.5>
- Pochukalin, A. Ye., Pryima, S. V., & Rizun, O. V. (2018). Porivnialnyi analiz osnovnykh hospodarsky korusnykh oznak koriv zavodskykh (zonalnykh) typiv ukrainskoi chervonoï molochnoi porody [Comparative analysis of the main economically useful traits of cows of factory (zonal) types of the Ukrainian Red Dairy Breed] *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky – Taurian Scientific Bulletin. Agricultural Sciences*. Kherson, 100 (2), 182–187. https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/100_2018/part_2/28.pdf [In Ukrainian].
- Podoba, B. Ye. (1996). Imunohenetychni metody u stvorenni novykh molochnykh porid [Immunogenetic methods in the creation of new dairy breeds] *Tvarynnytstvo Ukrainy – Animal Husbandry of Ukraine*, 1, 20–21. [In Ukrainian].
- Polupan Yu. P., Kovalenko H. S., Biryukova O. D., Kostenko O. I., Pryima S. V., Hol'osa H. O., Shvets' N. V. (2020). *Rekomendatsiyi z doboru tvaryn bazhanoho typu dlya formuvannya hrupy buhayvidtvornykh koriv* [Recommendations for the selection of animals of the desired type for the formation of a group of bull-reproducing cows]. [In Ukrainian].
- Polupan Yu. (2011). Perspektyvy poridnoho udoskonalennia molochnoho skotarstva [Prospects for breed improvement of dairy cattle breeding] *Ahrobiznes sohodni – Agrobusiness Today*, 24, 42–43. [In Ukrainian].
- Polupan, Yu. P. (2008). Ukrainska chervona molochna poroda [Ukrainian Red Dairy Breed] *Ahrarni visti – Agrarian News*, 11, 10–13. [In Ukrainian].
- Polupan, Yu. P., Bazyshyna, I. V., Koval, T. P., Pochukalin, A. Ye., & Bezrutchenko, I. M. (2018). *Ukrainska chervona molochna poroda* [Ukrainian Red Dairy Breed]. In M. V. Hladii & Yu. P. Polupan (Eds.), *Selektsiini, henetychni ta biotekhnologichni metody udoskonalennia i zberezhennia henofondu porid silskohospodarskykh tvaryn* [Breeding, genetic and biotechnological methods for improving and preserving the gene pool of farm animal breeds]. (268–290). Tekhservis. [In Ukrainian]. https://iabg.org.ua/images/poltava_2018.pdf
- Polupan, Yu. P., Bazyshyna, I. V., Rieznykova, N. L., Pochukalin, A. Ye., & Pryima, S. V. (2022). *Monitorynh (otsinka) produktyvnykh oznak u tvaryn ukrainskoi chervonoï molochnoi porody za chystoporidnoho rozvedennia i skhreshchuvannia (naukovo-metodychni rekomendatsii)* [Monitoring (evaluation) of productive traits in animals of the Ukrainian Red Dairy Breed during purebred breeding and crossing (scientific and methodological recommendations)]. [In Ukrainian].
- Polupan, Yu. P., Cherniak, N. H., Biriukova, O. D., Melnyk, Yu. F., Kruhliak, A. P., Kostenko, O. I., Kruhliak, T. O., Kruhliak, O. V., Honcharuk, O. P., Pryima, S. V., Cherniak, N. S., & Dovhyi, S. V. (2022). *Prohrama selektsii holshtynskoi porody velykoi rohatoï khudoby v Ukraini na 2023-2032 roky* [Program for the breeding of Holstein cattle in Ukraine for 2023-2032]. [In Ukrainian]. https://digest.iabg.org.ua/images/digest/2022/Polupan%20Yu.P._2022.pdf
- Polupan, Yu. (2000). Henezys ta perspektyvy ukrainskoho holshtynizovanoho typu chervonoï molochnoi porody [Genesis and prospects of the Ukrainian Holsteinized type of red dairy breed] *Tvarynnytstvo Ukrainy – Animal Husbandry of Ukraine*, 5-6, 18–20. [In Ukrainian].
- Polupan, Yu. (2004). Zonalni zavodski typy ukrainskoi chervonoï molochnoi porody [Zonal factory types of Ukrainian red dairy breed] *Tvarynnytstvo Ukrainy – Animal Husbandry of Ukraine*, 5, 11–16. [In Ukrainian].
- Polupan, Yu. P. (2002). Chervona molochna poroda: henezys i perspektyvy selektsii [Red Dairy Breed: Genesis and Prospects of Breeding] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of Sumy National Agrarian University. Animal Husbandry*, 6, 156–160. [In Ukrainian].
- Polupan, Yu. P. (2005). Henealohichna strukturyzatsiia novostvorenoi ukrainskoi chervonoï molochnoi porody za liniiami [Genealogical structurization of the newly created Ukrainian red dairy breed by lines] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 38, 97–107. [In Ukrainian].

- Polupan, Yu. P., Havrylenko, M. S., Koval, T. P., Yovenko, I. V., Duvanov, O. V., Polupan, N. L., Rieznykova, N. L., & Malookova, O. V. (2007). Pidsumky vyvedennia ta perspektyvy udoskonalennia ukraïnskoi chervonoï molochnoi porody [Results of breeding and prospects for improving the Ukrainian Red Dairy Breed] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 41, 209–225. [In Ukrainian].
- Polupan, Yu. P., Melnik, Yu. F., & Biriukova, O. D. (2019). Vpliv henetychnykh chynnykiv na produktyvnist koriv [Influence of genetic factors on the productivity of cows] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 58, 41–51. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.58.06>
- Ruban, S. Yu., Fedota, O. M., Matvyeyev, M. A., & Martynova, M. Ye. (2018). Stan pleminnoho tvarynnytstva ta napryamy selektsiyi v molochnomu skotarstvi Ukrayiny [The state of breeding livestock and directions of selection in dairy cattle breeding of Ukraine] *Naukovyy visnyk NUBiP Ukrayiny – Scientific bulletin of NUBiP of Ukraine*. Kyiv, 289, 51–62. [In Ukrainian]. <https://animalscience.com.ua/uk/journals/tom-9-1-2018/stan-plyeminnogo-tvarinnitstva-ta-napryami-syelyektsiyi-v-molochnomu-skotarstvi-ukrayini6>
- Salii, I. I., & Polupan, Yu. P. (2003). Kontseptsii stvorennia ukraïnskoi chervonoï molochnoi porody na pivdni Ukrainy [Concepts of creating the Ukrainian Red Dairy Breed in the south of Ukraine] *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 1, 38–44. [In Ukrainian].
- Savchenko, Yu. I., Pelekhantyi, N. S., & Kucher, N. S. (1989). *Selektsionnyi tsentr po vyrashchivaniu chorno-pestrogo skota na Polese* [Breeding center for raising Black-and-White cattle in Polissya]. [In Russian].
- Siratskyi, Y. Z., Merkusyn, V. V., Demchuk, S. Yu., & Shapirko, V. V. (1999). Konstytutsiina i henetychna adaptatsiia buroi khudoby Ukrainy [Constitutional and genetic adaptation of brown cattle in Ukraine] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 30, 3–9. [In Ukrainian].
- Sirokurov, V. M., Samusenko, A. I., Savchuk, D. I., Havrylenko, M. S., Lotosh, M. M., Khar-chuk, I. T., Buialo, F. D., Holota, Ya. A., & Diudenko, V. S. *Dosvid vyroshchuvannia neteliv v spetsgospi «Trebukhivskiyi» na Kyivshchyni* [Experience of raising heifers in the special farm "Trebukhivskiyi" in Kyiv region]. [In Ukrainian].
- Yefimenko, M. Ya. (1980). *Metodicheskie rekomendatsii po sozdaniiu novogo vnutriporodnogo tipa chor-no-piostrogogo skota s ispolzovaniem holshtino-frizkikh bykov* [Methodological recommendations for creating a new intra-breed type of Black-and-White cattle using Holstein-Friesian bulls]. [In Russian].
- Yefimenko, M. Ya. (1995). Chorno-riaba poroda: metody stvorennia ta perspektyvy selektsii [Black-and-White breed: methods of creation and prospects of breeding]. *Teoretychni i praktychni aspekty porodoutvoriuvannia protsesu u molochnomu i miasnomu skotarstvi* [Theoretical and practical aspects of the breed formation process in dairy and beef cattle breeding], materialy nauk. vyrob. konf., 22-23 bereznia 1995 r. (c. 54–57). Asotsiatsiia «Ukraina». [In Ukrainian].
- Yefimenko, M. Ya. (1996). Ukrainska chorno-riaba molochna [Ukrainian Black-and-White Dairy] *Tvarynnytstvo Ukrainy – Animal Husbandry of Ukraine*, 1, 7–8. [In Ukrainian].
- Yefimenko, M. Ya., Antonenko, V. I., & Podoba, B. Ye. (1996). Ukrainska chorno-riaba molochna poroda – nove selektsiine dosiahnennia [Ukrainian Black-and-White dairy breed – a new breeding achievement] *Naukovo-vyrobnychiy biuleten «Selektsiia» – Scientific and production bulletin «Selection»*. Kyiv, 3, 7–14. [In Ukrainian].
- Yefimenko, M. Ya., Bliznichenko, V. B., Polupan, Yu. P., Kovalenko, H. S., Demchuk, M. P., Fedoriaka, V. P., & Khomut, I. S. (2002). *Rekomendatsii po stvorenniu pivdennoho vnutrishnoporodnogo typu ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody* [Recommendations for creating the Southern intra-breed type of Ukrainian Black-and-White dairy breed]. [In Ukrainian].
- Yefimenko, M. Ya., Burkat, V. P., & Boiko, V. P. (1998). Ukrainska chorno-riaba molochna poroda [Ukrainian Black-and-White Dairy Breed]. In M. V. Zubets & V. P. Burkat (Eds.), *Pleminni resursy Ukrainy* [Breeding resources of Ukraine] (46–48). Ahrarna nauka. [In Ukrainian].

- Yefimenko, M. Ya., Kovalenko, H. S., & Biriukova, O. D. (2002). Perspektyvy rozvytku henealohichnoi struktury ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Prospects for the development of the genealogical structure of the Ukrainian Black-and-White dairy breed] *Tvarynnystvo Ukrainy – Animal Husbandry of Ukraine*, 12, 35–36. [In Ukrainian].
- Yefimenko, M. Ya., Kovalenko, H. S., Biriukova, O. D., & Podoba B. Ye. (2012). Metodolohiia stvorennia linii Stikha 430 ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Methodology for creating the Stikh 430 line of Ukrainian Black-and-White dairy breed] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnystvo – Bulletin of Sumy National Agrarian University. Animal Husbandry*, 10(20), 5–7. [In Ukrainian]. http://visnyk.snau.edu.ua/sample/files/snau_2012_10_tvaryn_20/JRN/3.pdf
- Yefimenko, M. Ya., Ladyka, V. I., & Kotendzhi, H. P. (2005). *Materialy do aprobaty sumskoho vnutriporodnogo typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody* [Materials for the approbation of the Sumy intra-breed type of Ukrainian Black-and-White dairy breed]. [In Ukrainian].
- Yefimenko, M. Ya., Ruban, S. Yu., Biriukova, O. D., Bratushka, R. V., Kovalenko, H. S., Cherniak, N. H., Sharan, P. I., Kuzebnyi, S. V., Havrylenko, M. S., Pryima, S. V., Shvets, N. V., & Holiosa, H. O. (2013). *Prohrama selektsii ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody velykoi rohatoi khudoby na 2013-2020 roky* [Breeding program of the Ukrainian Black-and-White dairy cattle for 2013-2020]. [In Ukrainian].
- Yefimenko, M. Ya. (2014). Nekontrol'ovana «holshtynizatsiya» ukrayins'koyi chorno-ryaboyi molochnoyi porody: ochikuvannya ta realiyi [Uncontrolled "Holsteinization" of the Ukrainian Bblack and White dairy breed: expectations and realities] *Propozytsiya – Offer*, 9, 186–189. [In Ukrainian].
- Zhukorskyi, O. M., Romanova, O. V., Mykhailenko, N. H., Pryima, S. V., Pochukalin, A. Ye., & Basovskiy, D. M. (2025). *Derzhavnyi reiestr sub'iektiv plemynnoi spravy u tvarynnystvi za 2024 rik* [State register of subjects of breeding in animal husbandry for 2024]. [In Ukrainian]. <https://iabg.org.ua/images/catalog/II%20tom%202024%20rik.pdf>
- Zubets, M. V., & Burkat, V. P. (1989). *Preobrazovanie genofonda porod i syntetycheskie populiatsii* [Transformation of the breed gene pool and synthetic populations]. In *Porody i porodoobrazovatel'nye protsessy v zhivotnovodstve* [Breeds and breed-forming processes in animal husbandry] (6–16). [In Russian].
- Zubets, M. V., Burkat, V. P., Khavruk, O. F., Kruhliak, A. P., & Podoba, B. Ye. (1998). *Ukrainska chervono-riaba molochna poroda* [Ukrainian Red-and-White Dairy Breed]. In Yu. F. Melnyk & M. I. Ahafonov (Comps.), *Pleminni resursy Ukrainy* [Breeding Resources of Ukraine] (41–45). *Ahrarna nauka*. [In Ukrainian].
- Zubets, M. V., Burkat, V. P., Kruhliak, A. P., & Khavruk, O. F. (1995). *Selektsiini ta orhanizatsiini metody vyvedennia ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody* [Breeding and organizational methods for developing the Ukrainian Red-and-White dairy breed] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 27, 3–9. [In Ukrainian].
- Zubets, M. V., Burkat, V. P., Siratskyi, Y. Z., Fedorovych, Ye. I., Liubynskyi, O. I., Danylevskyi, O. O., Kruhliak, A. P., Melnyk, Yu. F., Kostenko, O. I., Ruban, S. Yu., Baschenko, M. I., & Dubin, A. M. (2005). *Metody selektsii ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody* [Methods of breeding the Ukrainian Red-and-White dairy breed]. [In Ukrainian].
- Zubets, M. V., Karasik, Yu. M., & Burkat, V. P. (1990). *Preobrazovanie genofonda porod* [Transformation of breed gene pool] *Urozhai*. [In Russian].
- Zubets, M. V., Karasik, Yu. M., Bliznichenko, V. B., Burkat, V. P., Bryzhko, A. I., Vlasov, V. I., Yefimenko, M. Ya., Khavruk, A. F., Verhun, P. V., Havrylenko, N. S., & Makarenko, N. P. (1988). *Rekomendatsii po vyrashchivaniiu pomesnykh holshtynskikh korov* [Recommendations for raising crossbred Holstein cows]. [In Russian].
- Zubets, M. V., Burkat, V. P., Yefimenko, M. Ya., & Khavruk, O. F. (1996). *Henezys porid khudoby v Ukraini* [Genesis of cattle breeds in Ukraine]. *Novi metody selektsii i vidtvorennia vysokop-*

- roduktyvnykh porid i typiv tvaryn* [New methods of breeding and reproduction of highly productive breeds and types of animals], materialy nauk.-vyrobn. konf. (с. 3–8). Kyiv. [In Ukrainian].
- Zubets', M. V., & Kruhlyak, A. P. (2010). Ukrayins'ka chervono-ryaba molochna poroda: metody vyvedennya, stan, perspektyvy udoskonalennya [Ukrainian Red-and-White dairy breed: breeding methods, status, prospects for improvement] *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 44, 14–17. [In Ukrainian].
- Zubets, M. V., Burkat, V. P., Yefimenko, M. Ya., & Polupan, Yu. P. (2001). *Henetyka i selektsiia u skotarstvi* [Genetics and selection in cattle breeding]. In *Henetyka i selektsiia v Ukraini na mezhi tysiacholit* [Genetics and selection in Ukraine at the turn of the millennium]. T. 4. (181–198). Lohos. [In Ukrainian].
- Zubets, M. V., Burkat, V. P. & Kruglyak. A. P. (1982). *Ispol'zovaniye genofonda golshtino-frizskoy i monbel'yardskoy porod v sovershenstvovanii simmental'skogo skota*. [Use of the gene pool of the Holstein-Friesian and Montbéliarde breeds in the improvement of Simmental cattle]. In *Gosudarstvennaya plemennaya kniga krupnogo rogatogo skota simmental'skoy porody*. T. 88 [State pedigree book of Simmental cattle. Vol. 88] (31–59). [In Russian].

Одержано редколегією 05.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.27(477).061.082

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.03>**ОСОБЛИВОСТІ ЕКСТЕР'ЄРУ КОРІВ-ПЕРВІСТОК ЛЕБЕДИНСЬКОЇ ПОРОДИ****В. В. ВЕЧОРКА¹, В. І. ЛАДИКА¹, Ю. І. СКЛЯРЕНКО², О. Г. МИХАЛКО¹,
Т. П. КУЧКОВА¹, Д. М. GERMAN³**¹Сумський національний аграрний університет (Суми, Україна)²Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН (Сад, Україна)³Сумський селекційний центр (Суми, Україна)<https://orcid.org/0000-0003-4956-2074> – В. В. Вечорка<https://orcid.org/0000-0001-6748-7616> – В. І. Ладика<https://orcid.org/0000-0002-6579-2382> – Ю. І. Скляренко<https://orcid.org/0000-0002-0736-2296> – О. Г. Михалко<https://orcid.org/0000-0002-0377-172X> – Т. П. Кучкова

Sklyrenko9753@ukr.net

На сьогодні проблема збереження та раціонального використання біологічного різноманіття, у тому числі сільськогосподарських тварин – є одним з актуальних питань. Лебединська порода великої рогатої худоби – це одна з порід в Україні чисельність якої стрімко зменшується. Створення цієї породи було розпочато у XIX столітті. Сформований генофонд має певну цінність, серед досліджень якого одне з провідних місць займає вивчення особливостей фенотипової різноманітності за особливостями екстер'єру тварин. Проведений аналіз особливостей екстер'єру тварин на різних етапах створення, розведення лебединської породи та її сучасної популяції. Встановлені особливості за промірами корів та індексами будови тіла. Встановлена можливість використання плідників оригінальної бурої німецької породи з метою збереження лебединської породи.

Ключові слова: порода, екстер'єр, промір тіла, індекс, екстер'єрний профіль

FEATURES OF THE EXTERIOR OF THE LEBEDYN BREED COWS**V. V. Vechorka¹, V. I. Ladyka¹, Yu. I. Sklyarenko², O. G. Mykhalko¹, T. P. Kuchkova¹,
D. M. German³**¹Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)²Institute of Agriculture of the North-East of the NAAS (Sad, Ukraine)³Sumy Breeding Center (Sumy, Ukraine)

Today, the problem of preserving and rational use of biological diversity, including farm animals, is one of the urgent issues. The Lebedyn breed of cattle is one of the endangered breeds in Ukraine. Its formation dates back to the 19th century. The formed gene pool has a certain value, among the studies of which one of the leading places is occupied by the study of the features of phenotypic diversity according to the features of the exterior of animals. The analysis of the features of the exterior of animals at different stages of the creation and breeding of the Lebedyn breed and its modern population was carried out. Features of body measurements and body structure indices were established. The possibility of using the offspring of the original brown German breed in order to preserve the Lebedyn breed was established.

Keywords: breed, exterior, body measurement, index, exterior profile

Вступ. Важливою породною ознакою великої рогатої худоби науковці вважають зовнішні форми будови тіла тварини. Такі характеристики тварин, як розвиток організму, напрям продуктивності та стан здоров'я можна визначити за ступенем вираженості ознак екстер'єру.

тер'єру та їхнім співвідношенням. Науковці вважають важливим наявність додатного кореляційного зв'язку між ознаками екстер'єру та показниками продуктивності корів, що дозволяє опосередковано вести селекційно-племінну роботу на покращення останніх. Також вони наголошують, що тварини, які характеризуються екстер'єрно-конституціональною міцністю, можуть вирізнятися високим рівнем продуктивності, адаптаційної та відтворної здатності, тривалим господарським використанням. Саме такими характеристиками відрізняються місцеві породи, до яких відноситься зникаюча лебединська порода (Ladyka & Khmelnychy, 2018). Дослідники стверджують, що оцінка тварин за екстер'єром і сьогодні не втрачає своєї важливості. На їхню думку, лише тварини з гарним екстер'єром можуть реалізувати генетичний потенціал при промисловій технології у молочному скотарстві (Khmelnychy, 2018a). Це пояснюється тим, що в умовах промислової технології виробництва молока тварини повинні відповідати певному екстер'єрному типу, зокрема мати міцну будову тіла та добре розвинений тулуб (Dymchuk, 2009).

Ефективність селекції тварин за екстер'єром підтверджена достатнім рівнем успадкованості промірів будови тіла, а результати дисперсійного аналізу підтверджують високий вплив плідників на удосконалення екстер'єрного типу дочок (Khmelnychy, 2018b). Це також підтверджено наявною співвідносною мінливістю прояву розвитку окремих статей з молочною продуктивністю, тривалістю їх використання, станом здоров'я, відтворною здатністю (Khmelnychy & Vechorka, 2015; Ladyka et al., 2010). На величину промірів статей тіла мають вплив і паратипові чинники (рік та сезон народження), сила впливу яких становить $\eta^2_x = 0,320\text{--}0,600$ (Hnatiuk, 2013). Встановлено, що ведення селекційної роботи за ознаками молочної продуктивності, не включаючи особливості екстер'єру тварин, може призвести до зниження показників відтворної здатності, зниження життєздатності та показників здоров'я тварин (Honcharenko, 2006). Дослідниками встановлені вірогідні коефіцієнти успадкованості статей тіла та їх співвідносної мінливості з величиною надою підтверджують можливість ефективного добору та підбору за екстер'єрним типом тварин (Loboda, 2013).

Використання промірів корів при дослідженні екстер'єру є обов'язковою складовою при оцінці їхньої племінної цінності. Окремо взяті проміри не можуть у повною мірою охарактеризувати екстер'єрні особливості тварин, тому, як правило, при оцінці екстер'єру проміри доповнюють розрахунком їх співвідносного поєднання, вираженого у відносних індексах. У зоотехнії розрахунок індексів базується на анатомічно пов'язаних між собою промірах. Це дозволяє більш ґрунтовно визначити пропорційність та гармонійність розвитку організму тварини в загальній характеристиці її екстер'єрного типу (Bashchenko & Khmelnychy, 2003; Khmelnychy & Vechorka, 2015; Khmelnychy & Suprun, 2009).

Результати досліджень вітчизняних науковців вказують на наявність міжпородної диференціації за основними промірами та індексами будови тіла у корів вітчизняних порід (Khmelnychy & Kostyuk, 2007; Voiko et al., 2017).

Місцева лебединська порода відноситься до порід комбінованого молочно-м'ясного типу. Тварини цієї породи досить крупні та масивні, але не характеризуються грубим кістяком. Для них характерна добре розвинена мускулатура та досить виражені молочні форми (Ladyka & Khmelnychy, 2018).

За останні сорок років розведення лебединської породи проводилось за умови відкритої популяції, що неодмінно вплинуло на зміни її екстер'єрних особливостей. Це спонукає до необхідності проведення моніторингу екстер'єрних особливостей тварин. Проведені у 2018 році дослідження засвідчили, що первістки лебединської породи – це високорослі тварини, яким характерна розвинена в глибину та ширину грудна клітина, з широким задом. За обхватом п'ястка тварини були віднесені до комбінованого типу. За індексом довгоногості первістки характеризуються як тварини молочного типу (47,4%). Автори роблять висновок, що за промірами та індексами будови тіла лебединські корови мали позитивну динаміку формування екстер'єру у напрямку молочного типу (Ladyka & Khmelnychy, 2018).

З огляду на це, актуальним питанням на сьогодні є дослідження особливостей екстер'єру сучасних корів лебединської породи, порівняння його з екстер'єром тварин вихідної породи, а також тварин на різному етапі створення та удосконалення лебединської породи. Окремим питанням є порівняння екстер'єру сучасних корів лебединської породи та оригінальної бурої німецької породи, яка залучена до процесу збереження першої. Це і визначає мету наших досліджень – дослідити особливості екстер'єру корів-первісток лебединської породи.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили на коровах-первістках лебединської породи у стаді ПСП «Комишанське» Охтирського району Сумської області (n = 30) та ТДВ «Племзавод «Михайлівка» Сумського району Сумської області (n = 24). Проміри вимірювали у тварин на 2–5 місяцях першої лактації, використовуючи мірну палицю, мірний циркуль та мірну стрічку. Інформацію про проміри статей тіла корів вихідної породи різних генерацій та лебединської породи на різних етапах розведення використовували з літературних джерел (Tirin, 1948; Kirichenko et al, 1948; Yacenko et al, 1939; (Tirin, 1982; Vsyakih, 1972; Yacenko, 1952; Yacenko, 1959; (Tirin, et al, 1962; (Tirin & Kirichenko, 1968; Klimovich et al, 1979; Lobanov, 1986; Lobanov, 1992). Проміри первісток оригінальної бурої німецької породи отримані з сайту Braunvieh-alpenvieh.com. Тварини за походженням та періодом використання були поділені на дослідні групи (табл. 1).

1. Піддослідні групи тварин

№ групи	Походження	n	Період використання (роки)	Джерело інформації
1	Лебединська порода ТДВ «Племзавод «Михайлівка»	24	2025 рік	Власні дослідження
2	Лебединська порода ПСП «Комишанське»	30	2025 рік	Власні дослідження
3	Швіцька порода лебединський ГРП	113	Облік 1938 року	Yacenko et al, 1939
4	Швіцька порода записані до ГПК	929	1945 рік	Tirin, 1948
5	II генерація лебединської породної групи	–	1948 рік	Kirichenko et al, 1948
6	III генерація лебединської породної групи	–	1948 рік	Kirichenko et al, 1948
7	IV генерація лебединської породної групи	–	1948 рік	Kirichenko et al, 1948
8	Лебединська породна група	–	1948 рік	Kirichenko et al, 1948
9	Лебединська порода	125	1950–1952	Yacenko, 1952
10	Лебединська порода	411	1953–1959	Yacenko, 1959
11	Лебединська порода	414	1960–1963	Tyrin et al, 1962
12	Лебединська порода	286	1963–1968	Tyrin & Kirichenko, 1968
13	Лебединська порода	786	1969–1979	Klimovich et al, 1979
14	Лебединська порода	674	1980–1986	Lobanov, 1986
15	Лебединська порода	57	1986–1992	Lobanov, 1992
16	Оригінальна бура німецька породи	–	2025 рік	Braunvieh-alpenvieh.com

Розрахунок індексів будови тіла та віднесення тварин до молочного, комбінованого, м'ясного типів проводили за рекомендацією (Borisenko, 1967). Статистичну обробку та побудову графіків проводили за використання програмного забезпечення Microsoft Excel.

Результати досліджень. Сучасні первістки лебединської породи характеризуються середньою висотою в холці в межах 132–137 см. При цьому тварини з ПСП «Комишанське» за цим проміром переважали первісток з ТДВ «Племзавод «Михайлівка» (на 3,5%). Тварини популяції швіцької худоби, яку розводили у 30–40-х роках минулого століття у господарствах Сумської області, характеризувалися середніми значеннями висоти в холці – від 126,1 до 130,5 см, що значно менше у порівнянні з сучасною популяцією лебединської породи (до 5%). Первістки різних генерацій та лебединської породної групи мали середнє значення досліджуваного проміру в межах 130,1–132,5, що також свідчить про перевагу сучасних тварин

за висотою в холці над вихідними генотипами. Після затвердження лебединської породи, у різні роки досліджень середня висота в холці первісток варіювала від 128 см до 130 см. Відповідно перевагу сучасних тварин за цим проміром, на нашу думку, можна пояснити використанням плідників швіцької породи американської селекції, що відрізняються більшою висотою у порівнянні з європейськими тваринами. На підтвердження цього приводимо значення середньої висоти в холці первісток оригінальної бурої німецької породи (OBV), яке складає 135 см (рис. 1).

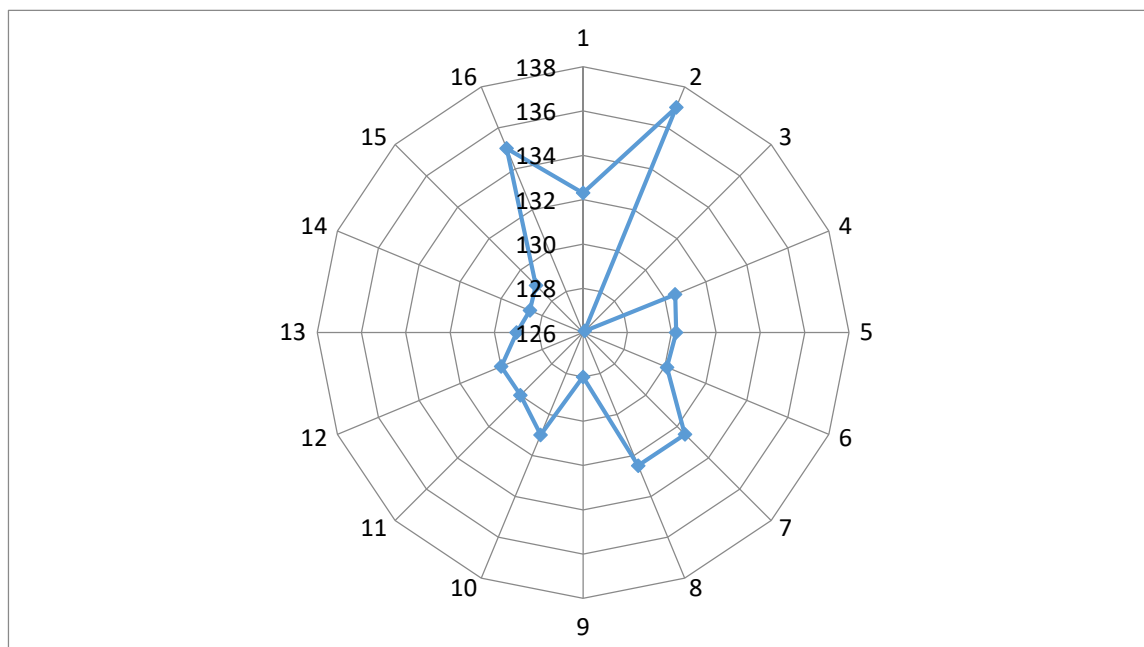


Рис. 1. Диференціація проміру висоти в холці у корів різних дослідних груп, см

Середнє значення навкісної довжини тулуба у корів-первісток сучасної лебединської популяції становить близько 160 см і суттєвої варіації у піддослідних господарствах не встановлено. Тварини швіцької породи характеризувалися значно меншою навкісною довжиною тулуба, що становило лише 148,3 см, а дорослі тварини мали її середнє значення близько 169 см. В процесі створення лебединської породи у тварини різних генерацій середня величина цього проміру поступово зростала від 153,9 см до 160,7 см. Найвищий показник середньої величини цього проміру у первісток відмічається в період 1950–1952 років (до 161,3 см), після чого знижується (до 155 см). Сучасні німецькі тварини (OBV) також характеризуються невисоким значенням цього проміру, який в середньому становить 150 см. Таке значне варіювання величини проміру навкісної довжини тулуба, на нашу думку, можна пояснити особливостями селекційно-плеємінної роботи з лебединською породою, яка включала в себе чистопородне розведення, використання плідників джерсейської породи (при створенні лінії Девіза 2769) та плідників американської селекції (рис. 2).

Більшим середнім значенням проміру обхвату грудей відрізняються тварини сучасної популяції лебединської породи та оригінальної бурої німецької, відповідно середнє значення якого становить 198–201,4 см та 200 см (рис. 3).

Тварини швіцької породи, які розводилися на початку ХХ століття, за цим проміром поступалися (на 15%), як первістки так і повновікові тварини. У тварин різних генерацій протягом формування породи середнє значення цього проміру зростало від 180,3 см до 187,6 см. За період розведення лебединської породи середнє значення проміру обхвату грудей варіювало від 182 см до 193 см.

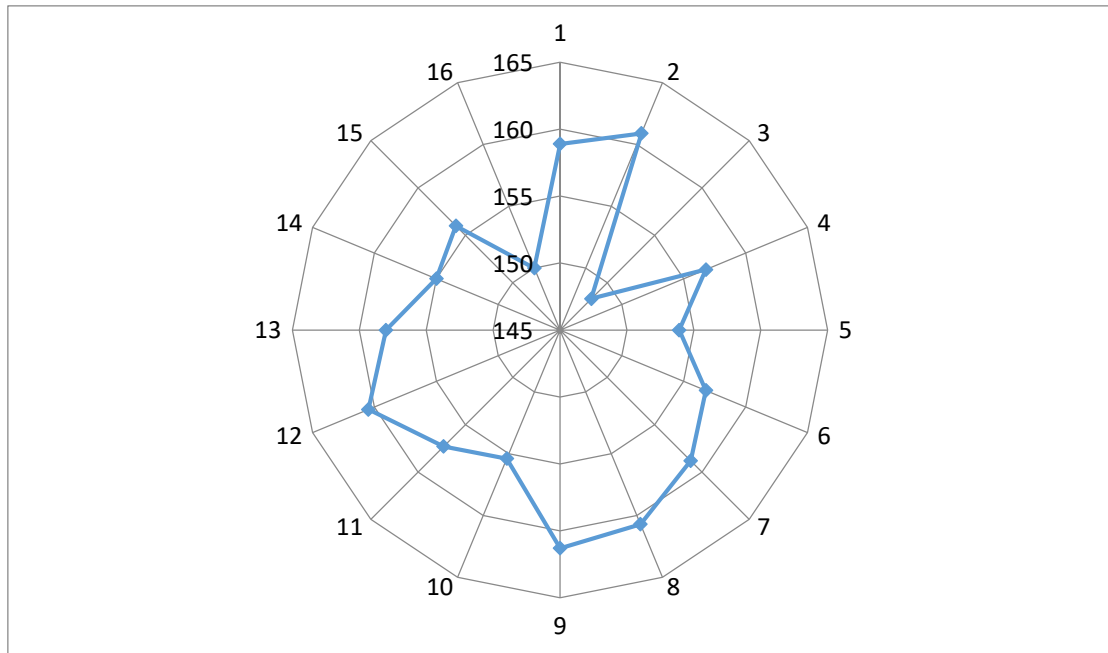


Рис. 2. Диференціація проміру навкісної довжини тулуба у корів різних дослідних груп, см

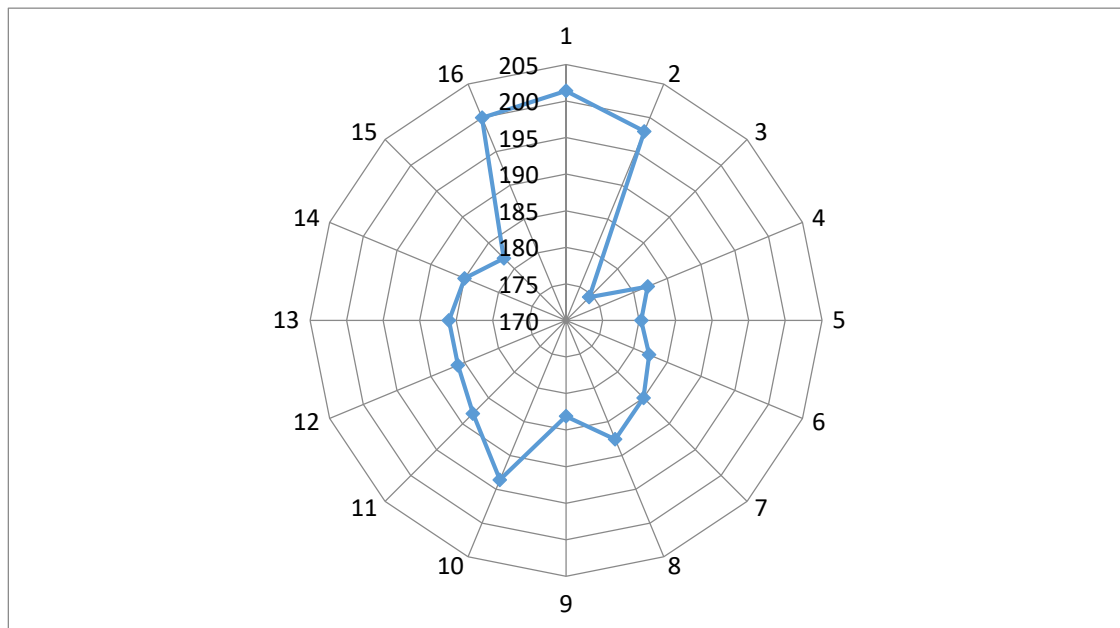


Рис. 3. Диференціація проміру обхвату грудей у корів різних дослідних груп, см

Середня ширина грудей корів сучасної популяції лебединської породи варіює в межах 47,8 см – 48,3 см, що вище у порівнянні з тваринами німецької селекції майже на 7% (рис. 4).

Тварини вихідної популяції швіцької породи мали середнє значення цього проміру 38,6 см, що є найменшим значенням серед усіх досліджуваних груп. З кожним поколінням величина ширини грудей зростала (за виключенням піддослідної групи 9 – тварин лебединської породи після її затвердження). Підвищення цього проміру у первісток лебединської породи становило близько 7 см (від 41,1 см до 48 см).

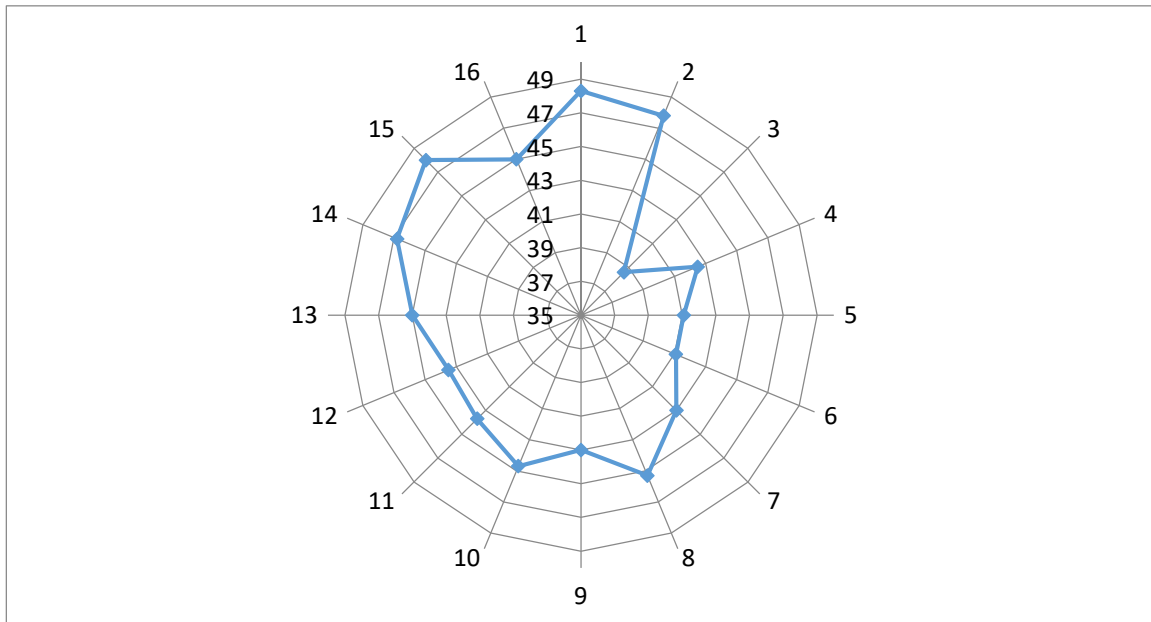


Рис. 4. Диференціація проміру ширини грудей у корів різних дослідних груп, см

Пов'язаний з шириною грудей промір глибини грудей мав свою специфіку серед тварин різних генерацій (рис. 5).

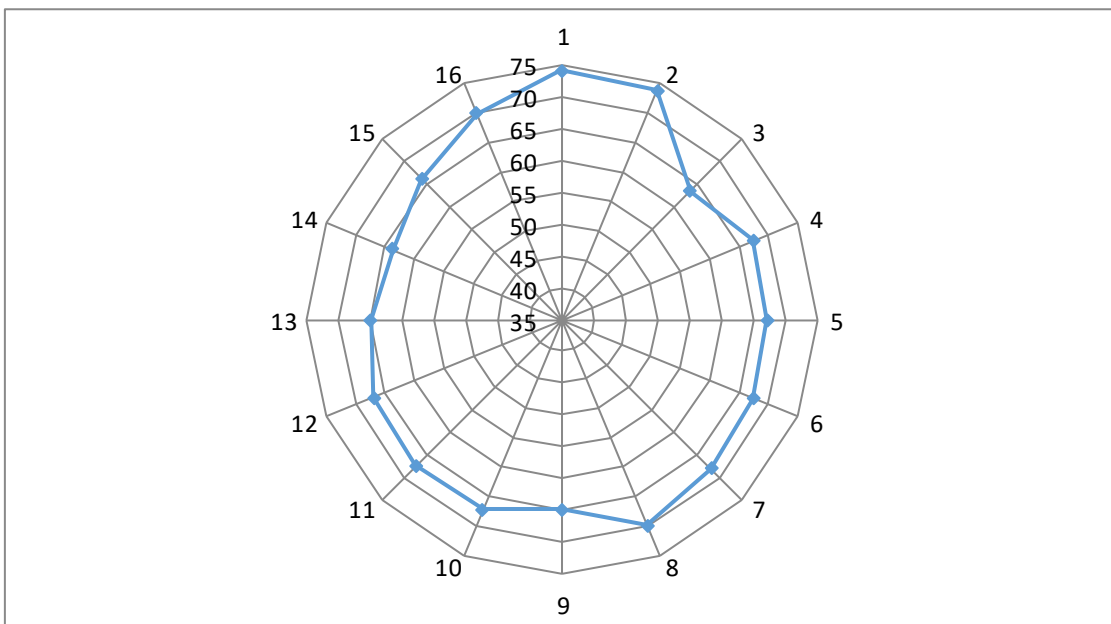


Рис. 5. Диференціація проміру глибини грудей у корів різних дослідних груп, см

Тварини швіцької породи мали середнє значення проміру глибини грудей в межах 63,5–67,5 см, що було нижче у порівнянні з тваринами різних генерацій при створенні лебединської породи (67,1–69,9 см). В процесі удосконалення породи промір глибини грудей зріс у первісток з 64,8 см до 66 см. Сучасні тварини лебединської породи мають значно вище значення цього проміру – 74 см, що перевищує і середнє значення сучасної німецької бурої худоби (70 см).

Дещо більш диференційованим є промір ширини в маклаках (рис. 6).

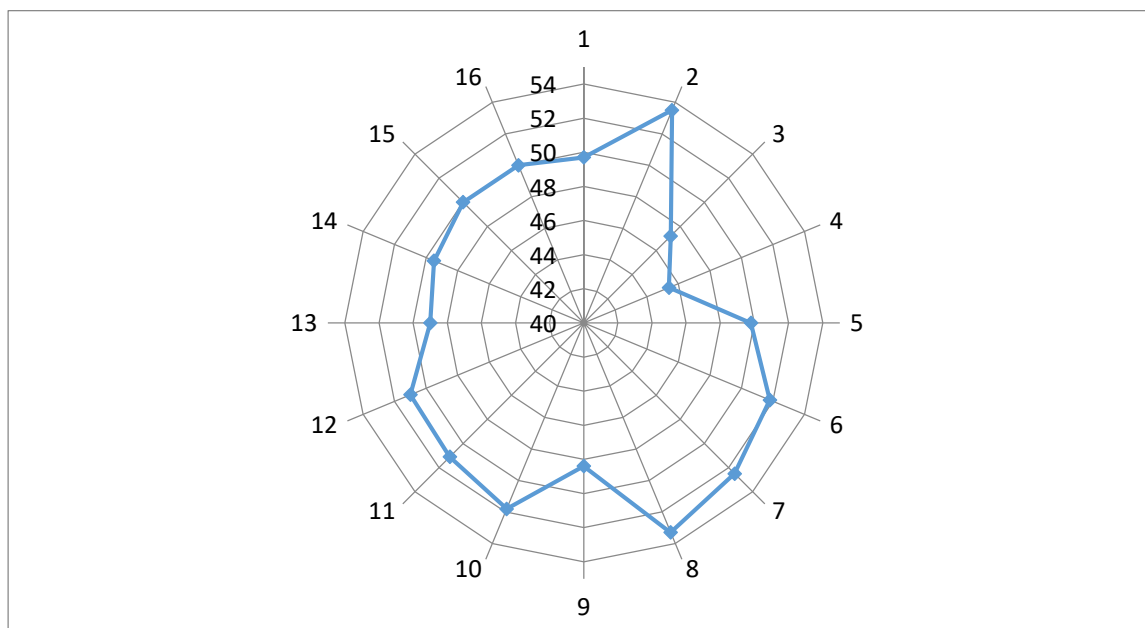


Рис. 6. Диференціація проміру ширини в маклаках у корів різних дослідних груп, см

Починаючи від вихідної популяції швіцької породи кількісне значення ширини в маклаках поступово зростало від 45,4 см до 53,3 см у тварин лебединської породної групи. Тварини лебединської породи характеризувались поступовим підвищенням цього проміру до кінця 60-х років минулого століття. У наступний період відзначаємо поступове зменшення середнього значення цього проміру. Сучасні тварини лебединської породи ТДВ «Племзавод «Михайлівка» аналогічні за шириною в маклаках тваринам німецької селекції та лебединської породи, яку розводили у 90- роках минулого століття. Навпаки, первістки ПСП «Комишанське» мають середнє значення проміру 53,5 см, що співставне з тваринами лебединської породної групи. Така різниця за шириною в маклаках між двома сучасними господарствами з розведення лебединської породи, на нашу думку, пояснюється різними напрямками селекційно-племінної роботи та відповідно різним походженням піддослідних тварин за батьком.

Чіткої динаміки за розвитком проміру обхвату п'ястка серед тварин досліджуваних груп не виявлено. Найнижче значення цього проміру мали тварини ТДВ «Племзавод «Михайлівка», вихідної швіцької породи та тварини четвертої генерації при створенні лебединської породи. Наявні первістки лебединської породи ПСП «Комишанське» та первістки, яких розводили у період кінця 60- х – 80- років мали найвище значення обхвату п'ястка – 20 см. Тварини інших піддослідних груп займали проміжне положення, показники у них варіювали в межах від 18,5 см до 19,7 см (рис. 7).

Загально відомо, що самі проміри надають не повну інформацію про особливості екстер'єру тварин. З метою їх доповнення використовують індекси будови тіла. Останні дозволяють селекціонерам визначити: тип конституції, індивідуальні особливості тварин, пропорційність розвитку організму, напрямок продуктивності тварини.

Індекс довгоногості дозволяє охарактеризувати тип конституції та відображає розвиток довжини кінцівок (рис. 8).

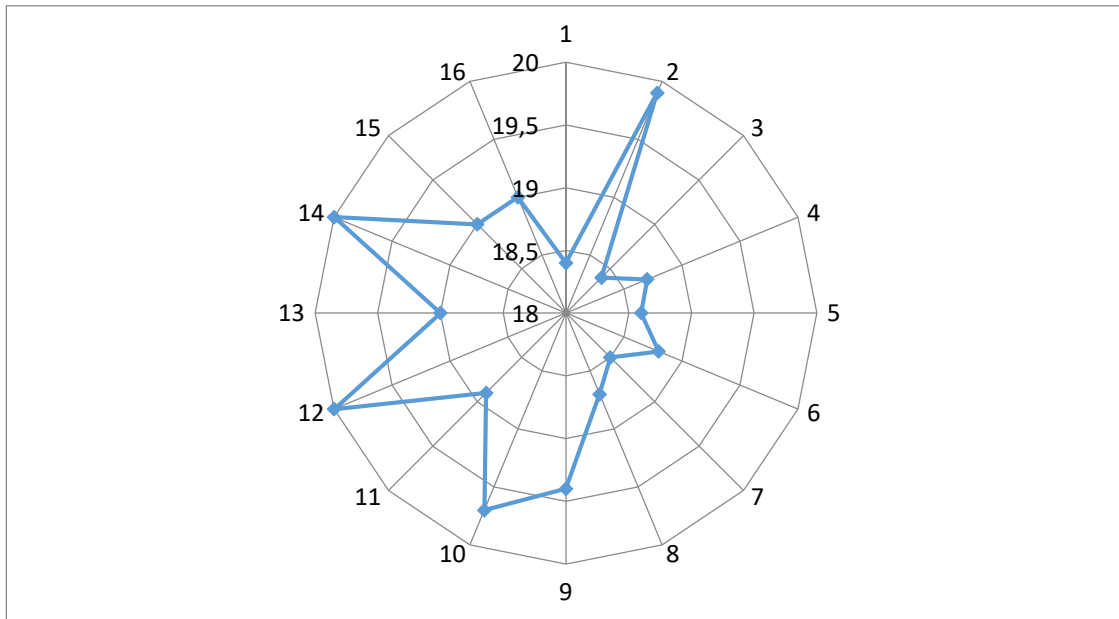


Рис. 7. Диференціація проміру обхвату п'ястка у корів різних дослідних груп, см

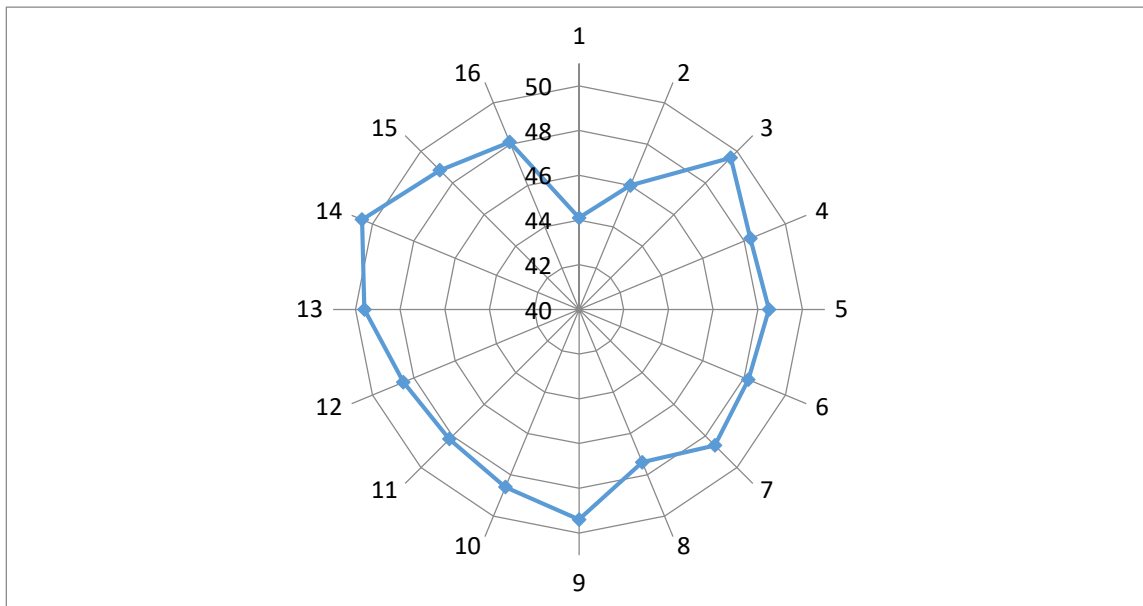


Рис. 8. Диференціація індексу довгоногості у корів різних дослідних груп, %

Відповідно до класифікації типу продуктивності тварин за даним індексом (Borisenko, 1967), сучасні тварини лебединської породи відносяться до молочного напрямку продуктивності, водночас усі інші піддослідні групи більше відповідають комбінованому напрямку продуктивності (значення індексу в межах 47,4–50,5%).

За середнім значенням індексу розтягнутості (рис. 9) сучасні тварини лебединської породи характеризуються, як молочним (ТДВ «Племзавод «Михайлівка»), так і комбінованим типами (ПСП «Комишанське»). Тварин вихідної популяції швіцької худоби можна охарактеризувати як тварин комбінованого типу (група III) та більш схильного до молочного напрямку продуктивності (група IV). Тварини різних генерацій мали значення досліджуваного індексу, що характеризував їх, як тварин комбінованого (II генерація) та молочного типів (III, IV генерації та лебединська породна група).

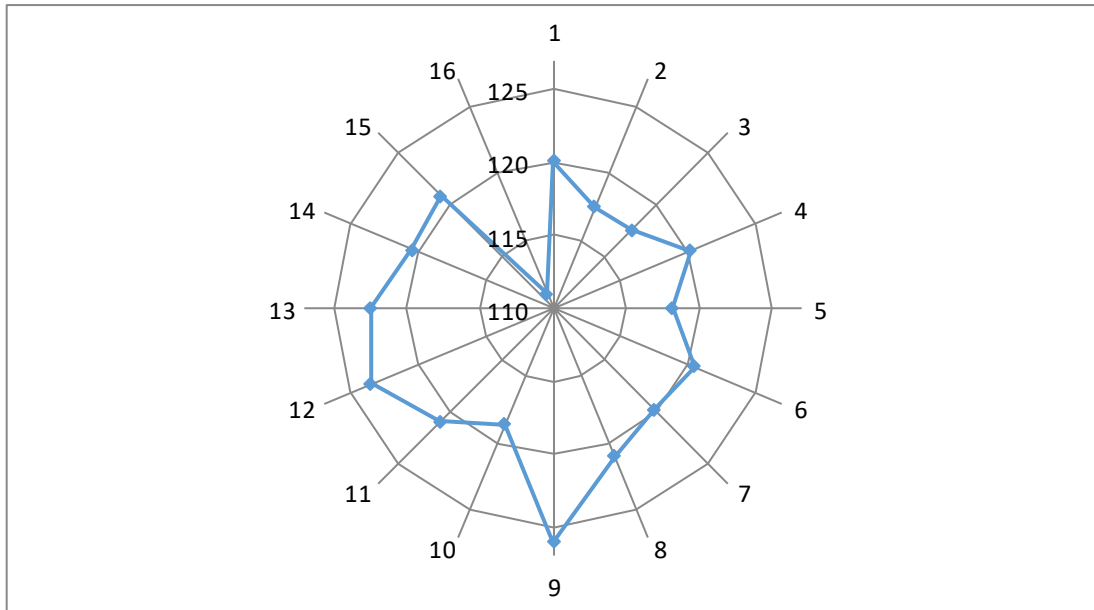


Рис. 9. Диференціація індексу розтягнутості у корів різних дослідних груп, %

Тварини лебединської породи (розведення 90-х років минулого століття) за індексом розтягнутості відносяться до молочного типу, що є логічним. До молочного типу відносимо і тварин німецької селекції.

Добре охарактеризувати масу тіла тварин дозволяє індекс збитості (рис. 10).

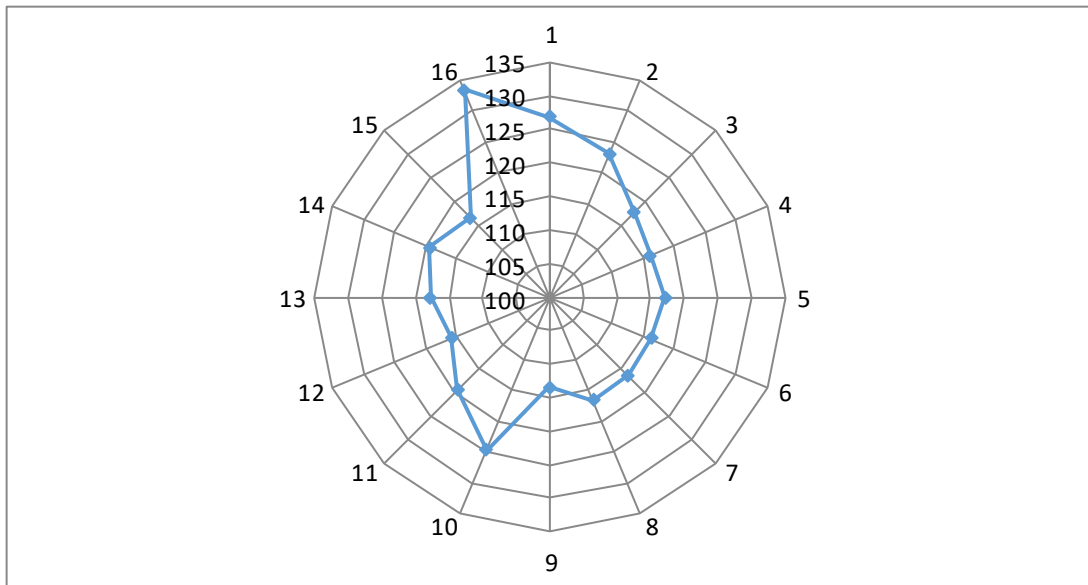


Рис. 10. Диференціація індексу збитості у корів різних дослідних груп, %

Сучасні тварини лебединської породи за показником індексу збитості можна віднести до комбінованого типу, у той час, як усі інші досліджувані групи – до молочного. Слід зазначити, що тварини німецької бурої худоби мають значення індексу, яке характеризує їх як тварин м'ясного типу.

За середнім значенням тазо-грудного індексу тварини більшості підслідних груп характеризуються як тварини комбінованого типу, оскільки його значення перевищує 83%. Виключення становлять лише тварини вихідної швіцької породи II, III та IV генерацій, у яких середнє значення даного індексу варіює в межах 79,3–81,9%, що відповідає молочному типу (рис. 11).

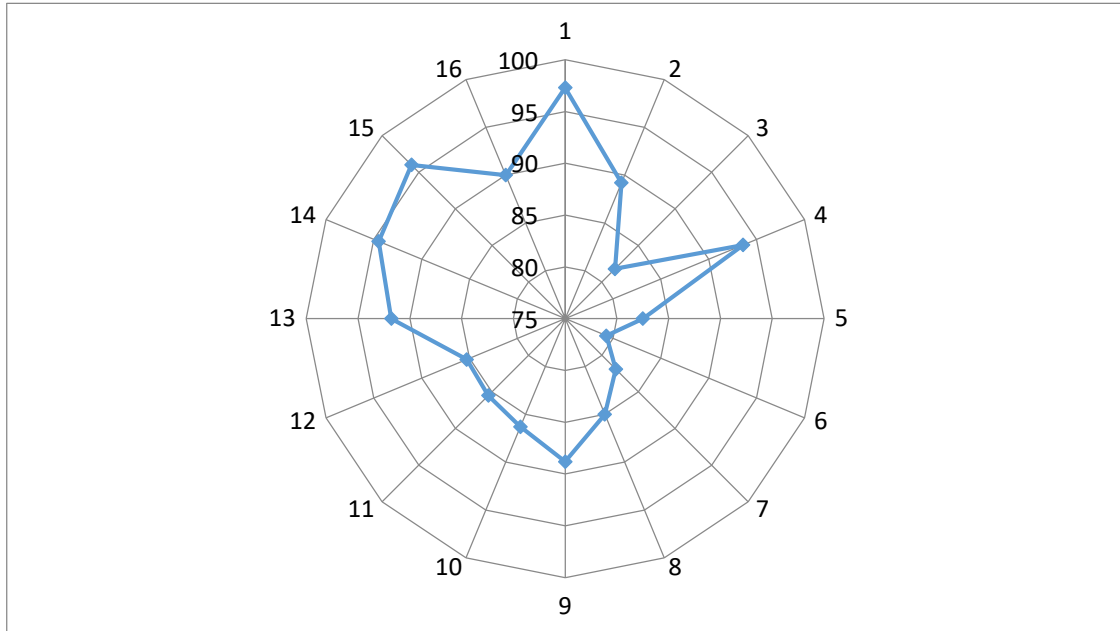


Рис. 11. Диференціація тазо-грудного індексу у корів різних дослідних груп, %

Певна диференціація між тваринами дослідних груп відмічається за грудним індексом (рис. 12).

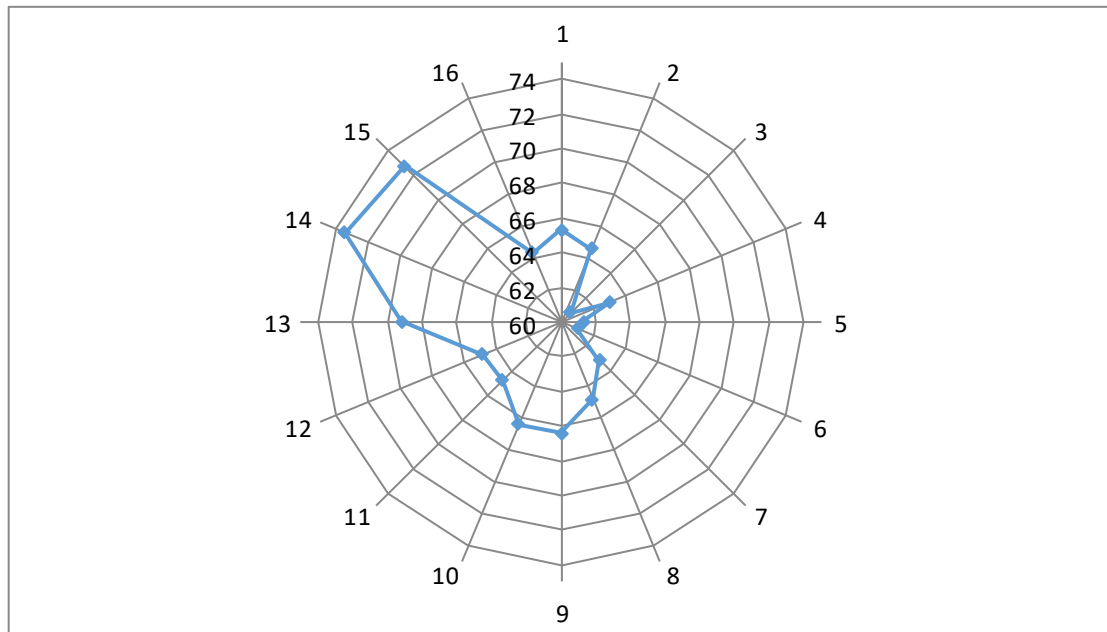


Рис. 12. Диференціація грудного індексу у корів різних дослідних груп, %

Тварини вихідної швіцької породи, усіх генерацій, лебединської породної групи та лебединської породи (розведення періоду до кінця 60-х років минулого століття) за середнім значенням цього індексу відносяться до молочного типу, а починаючи з піддослідної групи 70 років розведення – до комбінованого. Сучасні тварини лебединської породи та тварини німецької селекції віднесені до молочного напрямку продуктивності. Різке зростання значення грудного індексу у тварин лебединської породи, на нашу думку, пов'язане з використанням плідників швіцької породи американської селекції.

Про відносний розвиток скелета можна судити за значенням індексу костистості (рис. 13).

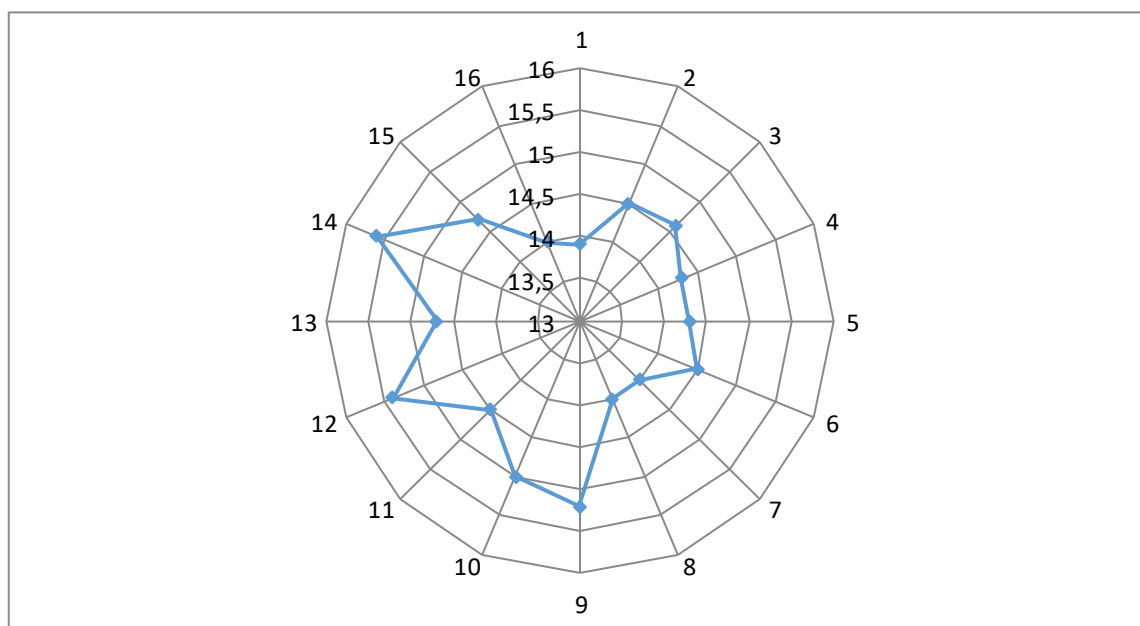


Рис. 13. Диференціація індексу костистості у корів різних дослідних груп, %

Тварин лебединської породи сучасної популяції за середнім значенням цього індексу можна віднести до тварин молочного типу (ПСП «Комишанське»), водночас популяція ТДВ «Племзаводу «Михайлівка» та німецькі тварини – до м'ясного типу. Тварин вихідної швіцької породи та різних генерацій за цією ознакою відносимо до молочного (групи 3; 4; 5; 6) та м'ясного типів (групи 7 та 8). Первістки лебединської породи за етапами розвитку відповідали комбінованому та молочному типам.

Оцінивши особливості екстер'єру тварин лебединської породи на різних етапах її формування та поліпшення, можемо відмітити наявність диференціації за промірами та індексами будови тіла. Вагомим є питання про можливість використання плідників оригінальної бурої німецької породи з метою збереження лебединської породи (Ladyka et al, 2019^a; Ladyka et al, 2019^b). З цією метою нами було проведено порівняння промірів статей тіла цих тварин за допомогою побудови екстер'єрного профілю (рис.14). Максимальна різниця за промірами між вітчизняною популяцією бурої худоби та німецькою становить 7% за наступними промірами:

- навскісна довжина тулуба;
- ширина грудей;
- глибина грудей;
- ширина в маклаках.

За іншими промірами різниця становила від 1 до 4%, як на користь тварин лебединської породи так і на користь первісток оригінальної бурої німецької породи.

Це може свідчити, що тварини обох популяцій подібні за екстер'єром і використання плідників німецької селекції, яке розпочате у 2019 році (Ladyka et al., 2019a; Ladyka et al., 2019b), істотно не вплине на екстер'єрний тип вітчизняних тварин.

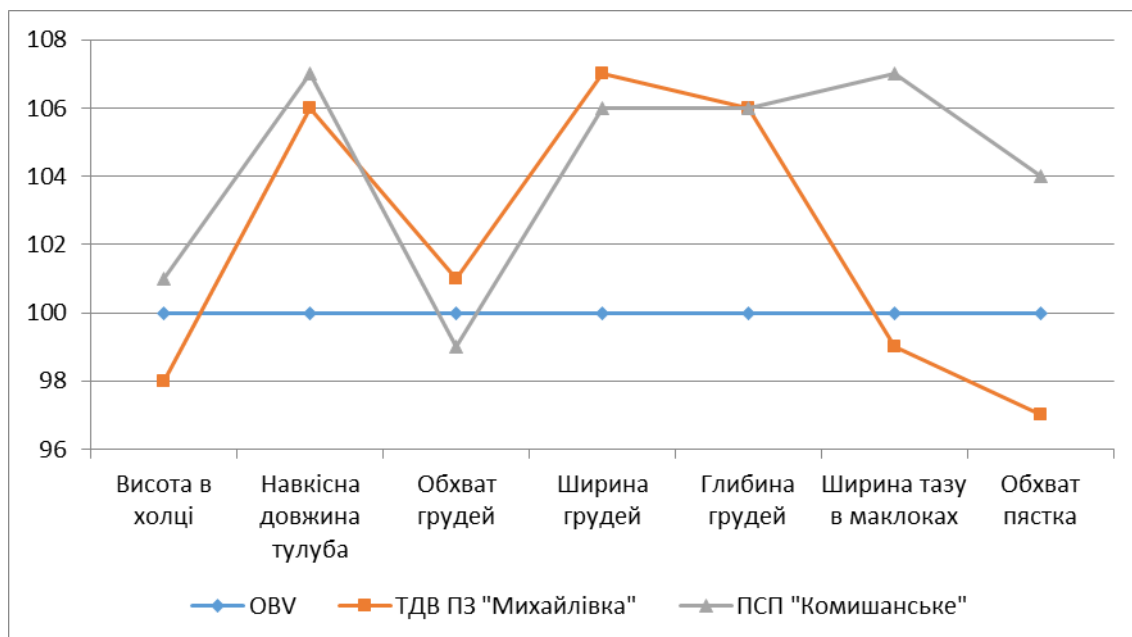


Рис. 14. Графік екстер'єрного профілю

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено наявність диференціації за промірами корів та індексів будови тіла корів-первісток в процесі створення, розведення та збереження лебединської породи. Залежно від походження тварини відрізнялися за досліджуваними ознаками, як результат були віднесені нами до різних напрямів продуктивності. Такі проміри, як висота у холці, навкісна довжини тулуба, обхват п'ястка в процесі селекційної роботи змінювалися хвилюподібно, обхват грудей, глибина грудей, ширина в маклоках – не зазнавали істотних змін, ширина грудей – поступово зростала. Сучасна популяція лебединської породи за результатами аналізу індексів будови тіла характеризується комбінованим напрямком продуктивності, з відхиленням за окремими індексами як у бік молочного так і м'ясного напрямку продуктивності. Встановлено, що за особливостями екстер'єру істотної різниці між лебединськими тваринами та первістками оригінальної бурої молочної породи не спостерігається. Це дає змогу проводити ефективну роботу зі збереження вітчизняної породи за рахунок використання плідників ОВВ.

Вдячності.

Дякуємо Співробітникам Сумського селекційного центру за збережену історичну літературу зі створення та розведення лебединської породи.

REFERENCES

- Bashchenko, M. I., & Khmelnychi, L. M. (2003). Otsinka koriv za indeksamy budovy tila [Assessment of cows by body composition indices] *Visnyk sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 7, 14–18. [In Ukrainian].
- Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., & Machulnyi, V. V. (2017). Efektyvnist selektsii za eksteriernym typom u plemninnykh stadakh molochnykh porid [Efficiency of selection by exterior type in breeding herds of dairy breeds] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 53, 78–84. [In Ukrainian].
- Borisenko, E. Ya. (1967) *Razvedenie selskohozyajstvennykh zhivotnykh* [Breeding of farm animals]. [In russian]

- Dymchuk, A. V. (2009). Ekster'ierno-konstytutsiini osoblyvosti koriv-pervistok podilskoho zavodskoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Exterior and constitutional features of first-born cows of the Podolsk factory type of the Ukrainian black-and-white dairy breed] *Naukovyi visnyk Lvivskoi natsionalnoi akademii veterynarnoi medytsyny imeni S.Z. Hzhyskoho - Scientific Bulletin of the Lviv National Academy of Veterinary Medicine named after S.Z. Gzhysky*, 11, 2(24), 86–89. [In Ukrainian].
- Hnatiuk, S. I. (2013). Osoblyvosti budovy tila koriv riznykh typiv ukrainskoi chervonoi molochnoi porody zalezno vid vplyvu henotypovykh ta paratypovykh chynnykiv [Peculiarities of the body structure of cows of different types of the Ukrainian red dairy breed depending on the influence of genotypic and paratypic factors] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 1(22), 28–32. [In Ukrainian].
- Honcharenko, I. V. (2006). Ekster'ier u systemi selektsii molochnoi khudoby [Exterior in the dairy cattle breeding system] *Naukovyi visnyk Lvivskoi natsionalnoi akademii veterynarnoi medytsyny imeni S.Z. Hzhyskoho – Scientific Bulletin of the Lviv National Academy of Veterinary Medicine named after S.Z. Gzhysky*, 8, 2(29), 55–64. [In Ukrainian].
- Khmelnichyi, L. M., & Kostyuk, V. V. (2007). Osoblyvosti budovy tila koriv molochnykh porid [Peculiarities of the body structure of dairy cows] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 3(12), 123–125. [In Ukrainian].
- Khmelnichyi, L. M., & Suprun I. O. (2009). Efektyvnist vykorystannia indeksu eirysomii u vyznachenni eksteriarno-konstytutsionalnykh typiv koriv molochnykh porid [The effectiveness of using the eurysonia index in determining the exterior-constitutional types of dairy cows] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 10(16), 135–141. [In Ukrainian].
- Khmelnichyi, L. M., & Vechorka, V. V. (2015). Spoluchena minlyvist promiriv ta indeksiv budovy tila z nadoiem koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Associated variability of body composition measurements and indices with milk yield of Ukrainian black-and-white dairy cows] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 50, 96–102. [In Ukrainian].
- Khmelnichyi, S. L. (2018). Efektyvnist selektsii koriv sumskoho vnutrishno porodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody za eksterierom zalezno vid henotypovykh faktoriv [Efficiency of selection of cows of Sumy intrabreed type of Ukrainian black and white dairy breed by exterior depending on genotypic factors] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 7(35), 61–67. [In Ukrainian].
- Khmelnichyi, S. L. (2018). Otsinka koriv sumskoho vnutrishno porodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody za eksterierom [Evaluation of cows of the Sumy intrabreed type of the Ukrainian black and white dairy breed by exterior] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 2(34), 101–105. [In Ukrainian].
- Kirichenko, G. A., Yacenko, A. E., Hmelik, Ya. I., Tirin, A. A., Sherbak, V. M., Doroshenko, N. Ya. Kyrychenko, H. A., Yatsenko, A. E., Shcherbak, V. M., Khmelyk, Ya. Y., Tirin, A. A., Doroshenko, N. Ia., & Zghurskyi, Y. K. (1948). *Krupnyj rohatyj skot lebedinskoj porodnoj grupy* [Cattle of the Lebedinsky breed group]. [In Russian].
- Klimovich, N. A., Lobanova, O. D., Ribkin, V. N., & Kirichenko, G. A. (1979). *Gosudarstvennaya plemennaya kniga krupnogo rogatogo skota lebedinskoj porody*. T. 8 [State herd book of cattle of the Lebedinsky breed. Vol. 8]. [In Russian]
- Ladyka, V. I., & Khmelnichyi, L. M. (2018). Osoblyvosti fenotypovoi riznomanitnosti koriv za eksteriernym typom v aspekti zberezhenia henofondu buroi khudoby [Features of phenotypic diversity of cows by exterior type in the aspect of preserving the gene pool of brown cattle] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 2(34), 3–10. [In Ukrainian].
- Ladyka, V. I., Khmelnichyi, L. M., & Salohub, A. M. (2010). Spoluchna minlyvist statei eksterieru koriv z molochnoiu produktyvnistiu [Linking variability of cow exterior sexes with milk

- productivity] *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva – Technology of production and processing of livestock products*. B. Tserkva, 3(72), 9–11. [In Ukrainian].
- Ladyka, V. I., Pavlenko, Y. M., & Skliarenko, Y. I. (2019). Genetic analysis of sires of lebedyn cattle and related populations. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering In Agriculture And Rural Development*, 19(4), 149–159. [In English].
- Ladyka, V., Skliarenko, Y., Pavlenko, Y., Metlytska, O., & Ivankova, I. (2019). Molecular-Genetic Analysis of Cows Genetic Structure and Determination of Genealogical Relatedness Level of Bulls of Modern Dairy Breeds. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 7(5), 405–411. [In English].
- Lobanov, M. A. (Red.) (1986). *Gosudarstvennaya plemennaya kniga krupnogo rogatogo skota lebedinskoj porody*. T. 11 [State herd book of cattle of the Lebedinsky breed. Vol. 11]. [In Russian].
- Lobanov, M. A. (Red.) (1992). *Gosudarstvennaya plemennaya kniga krupnogo rogatogo skota lebedinskoj porody*. T. 12 [State herd book of cattle of the Lebedinsky breed. Vol. 12]. [In Russian].
- Loboda, V. P. (2013). Uspadkovuvannist ta spoluchena minlyvist statei eksterieru koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Heritability and sex-linked variability of the exterior of Ukrainian red-and-pigmented dairy cow] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 7(23), 56–59. [In Ukrainian].
- Tirin, A. A. (1948). *Derzhavna pleminna kniga velikoyi rogatoyi hudobi shvickoyi porodi*. T. 3 [State Stud Book of Swiss Cattle. Vol. 3]. [In Ukrainian].
- Tirin, A. A., & Kirichenko G. A. (1968). *Gosudarstvennaya plemennaya kniga krupnogo rogatogo skota lebedinskoj porody*. T. 4 [State herd book of cattle of the Lebedinsky breed. Vol. 4]. [In Russian].
- Tirin, A. A. (1982). *Lebedinskach poroda krupnogo rogatogo skota 1900-1979 gg.* [Lebedinskach cattle breed 1900-1979]. [In Russian].
- Tirin, A. A., Kirichenko, G. A., & Dreval, E. S. (1962). *Gosudarstvennaya plemennaya kniga krupnogo rogatogo skota lebedinskoj porody*. T. 3 [State herd book of cattle of the Lebedinsky breed. Vol. 3]. [In Russian].
- Vsyakh, A. S. (Red.). (1972). *Plan selekcionno-plemennoj roboty s burymi porodami v SSSR* [Plan for selection and breeding work with brown breeds in the USSR]. [In Russian].
- Yacenko, A. E., Kirichenko, G. A., Bedohlebov, K. I., Solomko, I. P., & Shustov, E. G. (1939). *Plan selekcionno-plemennoj raboty so shvidkim skotom v lebedinskom GPR na gody III-j p'yatilitki* [Plan of selection and breeding work with fast cattle in Lebedinsky State Regional Breeding Area for the years of the 3rd Five-Year Plan.]. [In Russian].
- Yacenko, A. E. (Red.). (1952). *Gosudarstvennaya plemennaya kniga krupnogo rogatogo skota lebedinskoj porody*. T. 1 [State herd book of cattle of the Lebedinsky breed. Vol. 1]. [In Russian].
- Yacenko, A. E. (Red.). (1959). *Gosudarstvennaya plemennaya kniga krupnogo rogatogo skota lebedinskoj porody*. T. 2. [State herd book of cattle of the Lebedinsky breed. Vol. 2. [In Russian]

Одержано редколегією 07.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.2-053.2.061:591.5

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.04>

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗА ПОКАЗНИКАМИ РОСТУ ТЕЛЯТ З РІЗНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ ДО СТРЕСУ

М. А. ВІНТОНІВ, О. Д. БІРЮКОВА*Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)*<https://orcid.org/0009-0005-3230-736X> – М. А. Вінтонів<https://orcid.org/0000-0003-0888-662X> – О. Д. Бірюкова

mikola.vintoniv@ukr.net

Дослідження проведені у стаді дослідного господарства «Христинівське» Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН на телятах української червоно-рябої молочної породи. Проведено аналіз показників росту телиць з урахуванням індивідуальної оцінки за чутливістю до стресу. Проведений аналіз диференціації молодняку за ознакою стійкості до стресових чинників у ранньому віці вказує на її зв'язок із показниками росту.

Телиці, що віднесені до стресчутливих, переважали ровесниць, які стійкі до стресу, за живою масою на 3,7 кг за статистично значущої різниці ($P < 0,05$). У віці трьох місяців і старше спостерігали перевагу стрес стійких телиць над ровесницями за живою масою. У віці трьох і шести місяців ця різниця виявилася статистично не значущою; у період від 9 до 15 місяців жива маса у стресстійких телиць була вірогідно більшою, ніж у стресчутливих ($P < 0,01$ та $P < 0,001$).

Встановлено статистично значущу ($P < 0,05$ і $P < 0,01$) міжгрупову різницю у чутливих і стійких до стресу телиць за показниками абсолютного приросту живої маси у межах 7,8–12,5% залежно від вікового періоду. За показником середньодобового приросту живої маси стресстійкі телиці переважали ровесниць на 8,8–15,4%, за виключенням періоду 3–6 місяців, між групову різницю за цим показником була статистично значущою.

Сила впливу стрес-статусу на живу масу телиць має тенденцію до поступового збільшення з віком. У віці 15 місяців сила впливу стрес-статусу на живу масу телиць складає 17% ($P < 0,05$).

Ключові слова: українська червоно-ряба молочна порода, жива маса, телиця, ріст, стресостійкість, стресчутливість

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF GROWTH OF CALVES WITH DIFFERENT SENSITIVITIES TO STRESS

M. A. Vintoniv, O. D. Biriukova*Institute of Animal Breeding and Genetics n.a.M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)*

The studies were conducted in the herd of the Khrystynivske Research Farm of the M.V. Zubets Institute of Animal Breeding and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine on calves of the Ukrainian Red-and-White dairy breed. The growth indicators of heifers were analyzed taking into account individual assessment of stress sensitivity. The analysis of the differentiation of young animals by the sign of resistance to stress factors at an early age indicates its connection with growth indicators.

Heifers classified as stress-sensitive exceeded their peers, which are resistant to stress, by 3.7 kg in live weight with a statistically significant difference ($P < 0.05$). At the age of three months and older, the advantage of stress-resistant heifers over their peers in live weight was observed. At the age of three and six months, this difference was statistically insignificant; in the period from 9 to 15 months, the live weight of stress-resistant heifers was significantly greater than that of stress-

sensitive heifers ($P < 0.01$ and $P < 0.001$).

A statistically significant ($P < 0.05$ and $P < 0.01$) intergroup difference was established in sensitive and stress-resistant heifers in terms of absolute live weight gain within 7.8–12.5% depending on the age period. In terms of average daily live weight gain, stress-resistant heifers exceeded their peers by 8.8–15.4%, with the exception of the period of 3–6 months, the intergroup difference in this indicator was statistically significant.

The influence of stress status on the live weight of heifers tends to gradually increase with age. At the age of 15 months, the influence of stress status on the live weight of heifers is 17% ($P < 0.05$).

Keywords: Ukrainian Red-and-White Dairy breed, live weight, heifer, growth, stress resistance, stress sensitivity

Вступ. У сучасних умовах сільськогосподарські тварини знаходяться під впливом різних чинників, що можуть стати стресовими для організму. Інтенсифікація молочного скотарства супроводжується підвищеним рівнем технологічного навантаження, що часто супроводжується зниженням природних захисних механізмів в організмі тварин. Порушення адаптаційної здатності можуть призводити до розвитку хронічних стресових станів у тварин, що супроводжуються зниженням загальної життєздатності. Підтримання достатнього рівня добробуту для тварин у промислових підприємствах є необхідною умовою реалізації генетичного потенціалу продуктивності (Jurkovich et al., 2024; Nielsen et al., 2023).

У процесі адаптації до умов утримання організм сільськогосподарських тварин працює із напруженням органів і систем, що може призводити до фізіологічного перенавантаження і зниження показників здоров'я. Хронічний стресовий стан відбивається у зниженні продуктивності та загальної життєздатності тварин, що призводить до збільшенню витрат на обслуговування, знижуючи прибутки господарства (Grabovskiy, 2012). Впливи стресових факторів у процесі формування і розвитку організму можуть стати причиною зниження інтенсивності росту, стійкості до захворювань, кількості та якості продукції, а також тривалості господарського використання корів (Levchenko, 2020; Makovska&Chulkov, 2020; Eberhard von Borell et al., 2007). Стрес може викликати порушення відтворювальних функцій, зниження природної резистентності, що призводить до недоотримання приплоду і продукції, а також до передчасного вибуття корів із стада (Wolfenson&Roth., 2019; da Silva et al., 2023).

Комплексна неспецифічна відповідь організму на вплив стресових чинників супроводжується каскадом нейрогуморальних впливів на рівні всіх систем організму. Ступінь реакції на стрес є генетично зумовленою ознакою, що характеризується індивідуальною мінливістю. Можливість генетичного покращення стад за ознакою чутливості до стресу є перспективним напрямом селекції у огляду на економічну доцільність (Bacou et al., 2017; Makovska et al., 2016). Дослідження зв'язку рівня чутливості до стресу у молодняку з показниками росту і розвитку є актуальним з практичної точки зору, оскільки саме у ранньому онтогенезі формуються фізіологічні основи майбутньої продуктивності і індивідуальна селекція молодняку за ознакою стресостійкості може запобігти збиткам у майбутньому.

Метою досліджень було – дослідження особливостей росту телиць залежно від їх реакції на вплив стресових чинників.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведено в стаді Державного підприємства дослідного господарства «Христинівське» Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця Національної академії аграрних наук України на телятах української червоно-рябої молочної породи ($n = 87$).

Для вивчення особливостей росту молодняку великої рогатої худоби у період від народження до віку першого осіменіння використовували дані первинного зоотехнічного обліку в господарстві. Враховували показники живої маси новонароджених телят, а також у віці 3, 6, 9, 12, 15 місяців. За використання результатів контрольного зважування визначали пока-

знижки абсолютного, середньодобового приростів за стандартними методиками (Busenko et al., 2005).

Гематологічні показники визначали за загальноприйнятими методиками.

Для типізації телят за ознакою чутливості до стресу проводили еозинофільний тест (Zubets et al., 1999). Стрес-статус визначали за відхиленням від показника середньої арифметичної кількості еозинофілів в 1 мл крові по дослідній групі. При класифікації телят за типом стійкості до стресу тварин розподіляли за принципом: до стресстійких відносили тих, що мають вміст еозинофільних клітин вищий за середнє по досліджуваній вибірці телят, а до стресчутливих – нижчий за середнє по всій підконтрольній вибірці телят.

Біометричну обробку даних проводили за використання програмного забезпечення Microsoft Excel 2020. Достовірність (вірогідність) різниці між групами середніми величинами оцінювали за критерієм достовірності Ст'юдента (t). Силу впливу визначали за використання однофакторного дисперсійного аналізу (Kalinin&Yeliseiev, 2000).

Результати досліджень. Встановлено, що середня жива маса новонароджених телят була $33,7 \pm 0,3$ кг. Через два місяці середня жива маса телят становила $58,2$ кг. Результати загального аналізу крові дослідних тварин показали, що всі показники (вміст у 1 мкл лейкоцитів – $11,3 \pm 0,52 \times 10^3$, еозинофілів – $26,7 \pm 6,07$, еритроцитів – $7,5 \pm 0,21 \times 10^6$) знаходилися у межах вікової фізіологічної норми, що свідчить про нормальний стан здоров'я досліджуваних телят.

За результатами еозинофільного тесту телиці дослідної групи ($n = 87$) були класифіковані за ознакою чутливості до стресу, що виражалася у мінливості кількості еозинофілів 1 мкл крові. Виявлена індивідуальна мінливість за цією ознакою стала в основі розділення тварин на дві групи (стресчутливі, стресстійкі), різниця за вмістом еозинофілів в крові між групами була статистично значущою ($P < 0,05$). Встановлено, що серед досліджених телят 35% характеризувалися стійкістю до стресу.

Досліджували особливості росту телиць з урахуванням їх розподілу за типом реакції на стрес. Проаналізовано динаміку показників живої маси ремонтних телиць з урахуванням їх стрес-статуса. Встановлено, що новонароджені телиці віднесені до стресчутливих ($n = 57$) переважали ровесниць, що виявилися більш стійкими до стресу ($n = 30$), за живою масою на $3,7$ кг за статистично значущої різниці ($P < 0,05$) (табл. 1).

1. Динаміка живої маси (кг) ремонтних телиць з різним стрес-статусом

Вік, місяців	Стресчутливі	Стресстійкі
Новонароджені	$36,4 \pm 0,4^a$	$32,7 \pm 0,5^b$
3	$81,2 \pm 2,1$	$86,1 \pm 2,5$
6	$138,16 \pm 4,7$	$149,5 \pm 4,9$
9	$195,1 \pm 6,7^a$	$215,1 \pm 6,1^b$
12	$251,6 \pm 8,7^a$	$280,8 \pm 8,1^b$
15	$309,1 \pm 9,1^c$	$339,7 \pm 8,9^d$
За першого осіменіння	$314,2 \pm 6,1^e$	$356,1 \pm 8,7^f$

Примітка: a:b – $P < 0,05$, d:c – $P < 0,01$, f:e – $P < 0,001$

У віці трьох і шести місяців спостерігали перевагу за живою масою у стресстійких телиць – на $4,9$ кг і $11,3$ кг, відповідно, за невірогідної різниці. Аналізуючи подальший ріст живої маси телиць обох дослідних груп у період від 9 місяців до 15 місяців, спостерігали стабільну статистично значущу перевагу стресстійких телиць за живою масою. Так, у віці 9 місяців жива маса стресстійких телиць була на 20 кг більшою ($P < 0,05$), у віці 12 місяців – на $29,2$ кг більшою ($P < 0,05$), ніж у ровесниць. У більш старшому віці рівень статистичної значущості різниці за показником живої маси підвищувався – у 12 місяців перевага за живою масою на користь стресстійких телиць склала $30,6$ кг ($P < 0,01$), а за першого осіменіння – $41,9$ кг ($P < 0,001$).

Встановлено, що абсолютний приріст живої маси у групі стресчутливих телиць залежно від вікового періоду, знаходився у межах 44,7–56,9 кг, а у групі стресстійких телиць ($n = 30$) – у межах 51,1–67,1 кг. Впрововж всіх вікових періодів різниця між показниками абсолютного приросту живої маси між групами телиць різного стрес-статуса була статистично значущою ($P < 0,05$ і $P < 0,01$). Стресстійкі телиці переважали ровесниць за цим показником від 7,8 до 12,5% залежно від вікового періоду (табл. 2).

2. Динаміка абсолютного приросту живої маси (кг) телиць з різним стрес статусом

Вік, місяців	Стресчутливі	Стресстійкі	Переважає, %
0–3,0	44,7 ± 1,7a	51,1 ± 1,9b	12,5
3,1–6,0	57,1 ± 2,4a	63,1 ± 3,3b	9,5
6,1–9,0	56,1 ± 2,7c	64,3 ± 2,5d	8,2
9,1–12,0	56,9 ± 2,7c	67,1 ± 2,9d	10,2
12,1–15,0	51,4 ± 2,6a	59,2 ± 2,9b	7,8

Примітка: b:a – $P < 0,01$; d:c – $P < 0,05$

За показником середньодобового приросту живої маси спостерігали переважання телиць стрес стійких над ровесницями на 8,8–15,4% залежно від певного вікового періоду. Протягом всього періоду спостережень, за виключенням періоду 3–6 місяців, між групова різниця за цим показником була статистично значущою (табл. 3).

3. Динаміка середньодобового приросту(г) ремонтних телиць

Вік, місяців	Стресчутливі	Стресстійкі	Переважає, %
0–3,0	493 ± 20,9 ^a	575 ± 21,5 ^b	14,3
3,1–6,0	641 ± 30,4	703 ± 35,7	8,8
6,1–9,0	635 ± 28,7 ^c	721 ± 25,9 ^d	11,9
9,1–12,0	622 ± 28,7 ^c	735 ± 31,1 ^d	15,4
12,1–15,0	563 ± 21,6 ^a	657 ± 27,3 ^b	14,3

Примітка: b:a – $P < 0,05$; d:c – $P < 0,01$

За використання одно факторного дисперсійного аналізу було встановлено тенденцію до поступового збільшення сили впливу фактору «стрес-статус» на живу масу телиць з віком (табл. 5). Так, до віку дев'ять місяців величина показника сили впливу стрес-статусу на живу масу телиць незначна та невірогідна, то у віці 12 місяців вона наближається до вірогідної ($P = 0,07$). У подальший період спостерігається статистично вірогідна сила впливу стрес-статусу на живу масу телиць на рівні 17% ($P < 0,05$). Сила впливу фактору «стрес-статус» на інтенсивність росту телят у період до трьох місяців ($\eta^2 = 0,23 \pm 0,057$, $P < 0,05$).

5. Сила впливу стрес-статусу на живу масу телиць різного віку

Вік, місяців	$\eta^2 \pm S.E.$	F	P
Новонароджені	0,00 ± 0,01	0,06	0,18
3	0,01 ± 0,03	0,07	0,92
6	0,07 ± 0,05	1,21	0,31
9	0,09 ± 0,06	1,10	0,35
12	0,15 ± 0,07	3,07	0,07
15	0,17 ± 0,06	3,11	0,04

Висновки. Проведений аналіз диференціації молодняку за ознакою стійкості до стресових чинників у ранньому віці вказує на її зв'язок із показниками росту.

Новонароджені телиці, що віднесені до стрес чутливих, переважали ровесниць, які стійкі до стресу, за живою масою на 3,7 кг за статистично значущої різниці ($P < 0,05$). У віці

трьох місяців і старше спостерігали перевагу стрес стійких телиць над ровесницями за живою масою. У віці трьох і шести місяців ця різниця виявилася статистично не значущою; у період від 9 до 15 місяців жива маса у стресстійких телиць була вірогідно більшою, ніж у стресчутливих ($P < 0,01$ та $P < 0,001$).

Встановлено статистично значущу ($P < 0,05$ і $P < 0,01$) міжгрупову різницю у чутливих і стійких до стресу телиць за показниками абсолютного приросту живої маси у межах 7,8–12,5% залежно від вікового періоду. За показником середньодобового приросту живої маси стресстійкі телиці переважали ровесниць на 8,8–15,4%, за виключенням періоду 3–6 місяців, між групова різниця за цим показником була статистично значущою.

Сила впливу стрес-статусу на живу масу телиць має тенденцію до поступового збільшення з віком. У віці 15 місяців сила впливу стрес-статусу на живу масу телиць складає 17% ($P < 0,05$).

REFERENCES

- Zubets, M. V., Burkat, V. P., Yefimenko, M. Ya., & Podobza, B. Ye. (1999). *Genetyko-selektsiinii monitorynh u molochnomu skotarstvi* [Genetic and breeding monitoring in dairy cattle breeding]. Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Hrabovskii, S. S. (2012). Stresy silskohospodarskykh tvaryn na yogo naslidky [Stress in farm animals and its consequences] *Naukovyy visnyk L'vivs'koho natsional'noho universytetu veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy imeni S.Z. Gzhyts'koho* – *Scientific Bulletin of the Lviv National Academy of Veterinary Medicine named after S.Z. Gzhytsky*, 14, 32 (53), 47–58. [In Ukrainian].
- Kalinin, M. I., & Yeliseiev, V. V. (2000). *Biometriia: Pidruchnyk dlia studentiv vuziv biolohichnykh i ekolohichnykh napriamkiv* [Biometrics: A Textbook for Students of Biological and Ecological Universities.]. Vyd-vo MF NaUKMA. [In Ukrainian].
- Levchenko, I. S. (2020). Vplyv faktoriv tekhnolohichnoho stresu na produktyvnist' sil's'kohospodars'kykh tvaryn [The influence of technological stress factors on the productivity of farm animals]. *Intehratsiya osvity, nauky ta biznesu v suchasnomu seredovyshchi: zymovi dysputy* [Integration of education, science and business in the modern environment: summer debates], tezy dop. I Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi. [In Ukrainian].
- Makovska, N. M., Biriukova, O. D., & Bodriashova, K. V. (2016). Kompleksne otsynuvannya rezystentnosti ta stresostiykosti telyat [Comprehensive assessment of resistance and stress tolerance of calves] *Rozvedennya i henetyky tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 51, 101–106. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.51.13>
- Makovska, N. M., & Chulkov, S. A. (2020). Zv'yazok pryrodnoyi stiykosti do khvorob ta stresu z hospodars'ky korysnymy oznakamy molochnoyi khudoby [The relationship between natural resistance to disease and stress and economically useful traits in dairy cattle] *Rozvedennya i henetyky tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 60, 54–60. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.60.07>
- Busenko, O. T., Stoliuk, V. D., & Mohylnyi, O. Y. (2005). *Tekhnolohiya vyrobnytstva produktsiyi tvarynnystva* [Technology of livestock production]. Vyshcha osvita. [In Ukrainian].
- Bacou, E., Haurogné, K., Mignot, G., Allard, M., De Beaurepaire, L., Marchand, J., & Lieubeau, B. (2017). Acute social stress-induced immunomodulation in pigs high and low responders to ACTH. *Physiology & Behavior*, 169, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.11.012>
- Da Silva, W. C., da Silva, J. A. R., Camargo-Júnior, R. N. C., da Silva, É. B. R., Dos Santos, M. R. P., Viana, R. B., Silva, A. G. M. E., da Silva, C. M. G., & Lourenço-Júnior, J. B. (2023). Animal welfare and effects of per-female stress on male and cattle reproduction-A review. *Front. Vet. Sci.*, 10, 1083469.
- Eberhard von Borell, Dobson Hilary, Prunier Armelle. (2007). Stress, behaviour and reproductive performance in female cattle and pigs. *Hormones and Behavior*, 52, 1, 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.014>

- Jurkovich, V., Hejel, P., Kovács, L. A. (2024). Review of the Effects of Stress on Dairy Cattle Behaviour. *Animals*, 14 (14), 2038. <https://doi.org/10.3390/ani14142038>
- Nielsen, S.S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Canali, E., & Drewe, J. A. (2023). Welfare of dairy cows. EFSA Panel on Animal Health and Animal Welfare (AHAW). *EFSA Jornal*, 21, 5. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7993>
- Wolfenson, D., & Roth, Z. (2019). Impact of heat stress on cow reproduction and fertility. *Anim. Front*, 9, 1, 32–38. <https://doi.org/10.1093/af/vfy027>

Одержано редколегією 04.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.082:355.018(477)

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.05>

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН УКРАЇНИ ТА ВПЛИВ НА НИХ ДІЇ ВОЄННОЇ АГРЕСІЇ

С. Л. ВОЙТЕНКО¹, О. В. СИДОРЕНКО²,¹Інститут свиначарства і агропромислового виробництва НААН (Полтава, Україна)²Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)<https://orcid.org/0000-0003-3530-6360> – С. Л. Войтенко<https://orcid.org/0000-0003-2429-9361> – О. В. Сидоренко

slvoitenko@ukr.net

Проаналізовано стан генетичних ресурсів великої рогатої худоби молочного і м'ясного напрямку продуктивності, свиней, овець і коней у суб'єктах племінної справи України динаміці 2002–2023 років та визначений вплив дії воєнної агресії РФ на скорочення маточного поголів'я наявних порід сільськогосподарських тварин. Встановлено, що порідний склад великої рогатої худоби, свиней, овець і коней в динаміці років не є постійним і змінюється в залежності від багатьох об'єктивних і суб'єктивних чинників. З'ясовано, що найбільш стабільною щодо породного складу та поголів'я корів в динаміці останніх двох десятиліть залишається галузь молочного і м'ясного скотарства, щодо порідного складу – конярство, а у найскладнішому стані перебуває вівчарство. Не виявлено впливу дії воєнної агресії на скорочення поголів'я племінних корів молочних порід у суб'єктах племінної справи України впродовж 2022–2023 років за підвищення середнього надою по стаду на 11,5% у представниць усіх порід, крім швіцької. Простежується тенденція до збільшення поголів'я корів м'ясних порід на 18,2% за поліпшення середньодобового приросту на вирощуванні на 23,8%. За 2 роки воєнних дій галузь свиначарства України втратила 23,0% поголів'я основних свиноматок і три українські породи на фоні деякого підвищення багатоплідності серед комерційних порід. Галузь вівчарства впродовж останніх двох десятиліть змінила як напрям продуктивності тварин, так і їх породний склад. За два роки війни галузь вівчарства, крім смушкових порід, втратила 25,5% поголів'я вівцематок за варіювання виходу вовни у митому волокні на рівні 1,6–5,0 кг. Поголів'я маток смушкових порід за аналогічний період зменшилося на 34,4%, а кількість одержаного від них каракулю і смушку – на 71,3%. Галузь конярства в цілому зберегла породний склад як за останні два десятиліття, так і порівняно до передвоєнного періоду, але кількість конематок у 2023 році порівняно до 2021 року зменшилася на 42,6%, а до 2002 року – на 66,9%. Вихід лоша на 100 конематок у більшості порід зменшився на 16,6–33,4% за деякого поліпшення ознаки у самок орловської та російської рисистих порід і української верхової. Визначена втрата або суттєве скорочення поголів'я племінних самок українських порід різних видів. Проведені дослідження дають підґрунтя для визначення напрямів відродження галузі у післявоєнний період.

Ключові слова: генетичні ресурси, сільськогосподарські тварини, велика рогата худоба, свині, вівці, коні, військова агресія, породний склад, поголів'я тварин

GENETIC RESOURCES OF FARM ANIMALS OF UKRAINE AND THE IMPACT OF MILITARY AGGRESSION ON THEM

S. L. Voitenko¹, O. V. Sydorenko²¹Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production NAAS (Poltava, Ukraine)²Institute of Animal Breeding and Genetics named after M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)*The state of genetic resources of dairy and beef cattle, pigs, sheep and horses in the breeding*

subjects of Ukraine in the dynamics of 2002–2023 were analyzed and the impact of the Russian Federation military aggression on the reduction of the breeding stock of existing breeds of farm animals was determined. It has been established that the breed composition of cattle, pigs, sheep and horses in the dynamics of the years is not constant and changes depending on many objective and subjective factors. It was found that the most stable in terms of breed composition and cow population in the dynamics of the last two decades is the dairy and meat cattle breeding industry, in terms of breed composition – horse breeding, and sheep breeding is in the most difficult state. No impact of military aggression on the reduction of the dairy cow population in the breeding subjects of Ukraine during 2021–2023 was found, while the average yield per herd increased by 11.5% in representatives of all breeds, except for the Swiss. At the same time, there is a tendency to increase the number of beef cows by 18.2%, while the average daily gain in breeding has improved by 23.8%. During the 2 years of hostilities, the pig breeding industry of Ukraine lost 23.0% of the number of main sows and three domestic breeds against the background of some increase in multiparity among commercial breeds. The sheep breeding industry has changed both the direction of animal productivity and their breed composition over the past two decades. During the two years of the war, the sheep breeding industry, except for the Fur sheep breed, lost 25.5% of the ewes' population due to the variation in the yield of wool in washed fiber at the level of 1.6–5.0 kg. The number of mares of the Fur sheep breed decreased by 34.4% over the same period, and the number of Karakul and Lambskin obtained from them decreased by 71.3%. The horse breeding industry as a whole has preserved the breed composition both over the past two decades and compared to the pre-war period, but the number of mares in 2023 compared to 2021 decreased by 42.6%, and by 66.9% compared to 2002. The yield of foals per 100 mares in most breeds decreased by 16.6–33.4% with some improvement in the trait in females of the Orlov and Russian Trotter breeds and the Ukrainian Riding. There was a loss or significant reduction in the population of breeding females of domestic breeds of various species. The conducted research provides a basis for determining the directions of the revival of the industry in the post-war period.

Keywords: genetic resources, farm animals, cattle, pigs, sheep, horses, military aggression, breed composition, animal population

Вступ. Оцінку стану галузі тваринництва України в динаміці років здійснювало багато українських вчених, оскільки без такого аналізу неможливо визначити порідний і видовий склад сільськогосподарських тварин, їх чисельність, передбачити кількість виробленої продукції тваринництва для забезпечення потреби населення, доцільність імпорту чи експорту тварин і продукції, спрогнозувати цінову політику країни, передбачити необхідність впровадження нових технологій тощо (Bashchenko, 2017; Hladii et al., 2018; Lykhach et al., 2021; Suprun & Dovha et al., 2021; Voitenko et al., 2019; Diedova et al., 2024; Pidpala, 2022; Mykytiuk, 2016; Suprun, 2020).

Особливо цінними є знання стану тваринництва України під час дії воєнної агресії для розуміння основних напрямів відновленні галузі у післявоєнний період. При цьому актуальною вбачається інформація як про видовий склад галузі, так і її чисельність в різних категоріях господарств, включаючи племінні. Адже загальновідомо, що без чистопородних тварин неможливе схрещування, гібридизація чи створення нових генотипів.

За даними Roschukalina (2022) галузь тваринництва України перед війною була представлена великою рогатою худобою молочного та м'ясного напрямів продуктивності, свинями, вівцями, конями, курми, качками, гусьми, страусами, рибою і бджолами. Кількість порід була різною, а за кількістю поголів'я лідерами була свійська птиця – 94,8% від загальної чисельності тваринництва. Найменшу кількість особин – 0,1 і 0,5% відповідно, налічували коні, вівці та кози.

Моніторинг стану великої рогатої худоби України в динаміці 2000–2022 років виявив тенденцію до щорічного зменшення як загального поголів'я великої рогатої худоби, так і поголів'я племінних корів. Так, лише за один рік (2022–2023 роки) поголів'я племінних корів

12 наявних порід скоротилося на 10,5% (Suprun et al., 2023). Дослідники наголошують, що тенденція зменшення поголів'я худоби закономірна і для розвинених країн, але це відбувається на фоні підвищення продуктивності корів. З урахуванням чого науковці рекомендують для поліпшення виробництва молочної продукції у післявоєнний час забезпечити підтримку малого бізнесу, впроваджувати досвід зарубіжних країн та залучати інвестиції в галузь.

Оцінка генофонду молочних та комбінованих порід в Україні за період з 2020 по 2023 роки, зроблена Kryvoruchko et al. (2024) вказує, що хоча на тлі військової агресії РФ в Україні й відбулося зменшення кількості суб'єктів племінної справи, але загальна чисельність поголів'я племінної худоби у тих, що залишилася, зросла на 5,1% за рахунок збільшення на 56,4% поголів'я голштинської породи, а також джерсейської і української бурої молочної. На тлі збільшення племінного поголів'я худоби молочних та комбінованих порід підвищилася і частка високопродуктивних корів з надоем більше 9000 кг молока, що сприяло вирішенню проблеми виробництва молока. Водночас дослідники наголошують на проблемах розведення худоби червоної степової і червоної молочних порід, яку до війни вирощували в зоні бойових дій і зазнали повного знищення.

Крім негативних наслідків воєнних дій, які проявилися у скороченні поголів'я худоби, вчені акцентують увагу і на інших чинниках, пов'язаних з галуззю молочного скотарства, а саме: ефективності виробництва молока в умовах нестабільності, зростання інтересу споживачів до рослинних альтернатив тваринного молока, що теж створює загрозу галузі молочного скотарства, порушення логістичних ланцюгів і скорочення доступу до ресурсів. З'ясовано, що на початок 2024 року загальна кількість корів в Україні знаходиться на рівні 55,5% від їх рівня на початку 2019 року, в тому числі на сільгосп підприємствах – близько 73,3%. У 2023 році середній надій на корову в господарствах зменшився на 5%, що призвело до суттєвого зниження обсягів виробництва молока та проблем із забезпеченням попиту населення (Mozhelianska & Sahachko, 2024).

Актуальним питанням галузі молочного скотарства є також споживання молока на одну особу. Дослідженнями Tsvihun & Tsvihun (2023) доведено, що із зменшенням виробництва молока протягом 1990–2021 років, зменшилося і його споживання на одну особу на 65%. При цьому зафіксовано значне зменшення виробництва молока на сільськогосподарських підприємствах і незначне – в господарствах населення.

Галузь свинарства, не дивлячись на те, що вона завжди була провідною в Україні, характеризується нестабільністю навіть на фоні впровадження прогресивних технологій і використання свиней зарубіжної селекції з високими ознаками продуктивності. Впродовж багатьох років і десятиріч вона потерпає від світової і української економічної кризи, несприятливих погодних умов, диспаритету цін на сільськогосподарську продукцію, неспроможності більшості національних товаровиробників застосовувати новітні технології, насичення українського ринку сировиною іноземного виробництва, скорочення обсягів державної підтримки, спроможності населення, африканської чуми тощо (Voloshchuk et al. 2017; Akimov et al., 2022; Voitenko, 2018; Tsereniuk et al., 2022; Bondarska et al., 2023; Mykhalko, 2021; Povod et al., 2022).

Підтверджує цей догмат дослідження Hetia & Suprun (2021) відповідно до яких поголів'я в усіх категоріях свинарських господарств у 2016 році порівняно до 1991 року скоротилося у 2,9 разів, а виробництво свинини – 2,3 рази. Станом на початок 2020 року племінне поголів'я свиней в Україні, порівняно з 2010–2012 роками, скоротилося на 70–77%, а племінна база свинарства налічувала лише 72 господарства.

За даними Державної служби статистики України, поголів'я свиней в усіх категоріях господарств протягом 2012–2022 роки варіювало на рівні 5,0–7,8 мільйонів голів. Найбільша кількість свиней в усіх категоріях господарств України була у 2014 році – майже 7,8 мільйонів голів за поступового скорочення чисельності тварин та господарств у подальшому, в результаті чого у 2020 році їх поголів'я зменшилося до 5,7 мільйонів голів, а у 2022 році налічувало менше п'яти мільйонів голів. Починаючи з 2015 року простежувалася позитивна тен-

денція щодо збільшення чисельності свиней на промислових підприємствах, тобто галузь свинарства почала переходити на виробництво продукції на промисловій основі. Перехід галузі при виробництві свинини на промислову основу узгоджувався зі зміною напрямку продуктивності, тобто залученням до виробництва свиней спеціалізованих порід здебільшого зарубіжної селекції. При цьому поголів'я племінних свиней м'ясного напрямку продуктивності інтенсивно збільшувалося до 2016 року, а потім відбулося різке, багаторазове скорочення у 2020 році та ще більше за перший рік війни (Voitenko, 2024).

Про критичний стан племінного свинарства України, навіть не за період воєнних дій, а значно раніше, наголошував у своїх дослідженнях Tsereniuk et al. (2022), акцентуючи особливу увагу на постійному зменшенні поголів'я племінних свиноматок та неможливості комплектування якісним молодняком стад товарних ферм. Автори наголошують, що ситуація, яка склалася з племінним свинарством, межує з втратою продовольчої безпеки країни.

Ще більше викликів свинарству принесла війна. З'ясовано, що лише за один рік військової агресії рф кількість племінних стад наявних в Україні порід свиней скоротилася на 20,3%, поголів'я кнурів – на 21,5%, а свиноматок – на 17,3%. Внаслідок воєнних дій зникли три українські локальні породи: українська м'ясна, українська степова ряба та українська степова біла. Викликає занепокоєння чистопородне розведення свиней навіть у суб'єктах племінної справи з огляду на результати аналізу генеалогічної структури найбільш розповсюджених порід в Україні – великою білої і ландрас. Зроблено висновок, що без чистопородного розведення та власної племінної бази не буде українського свинарства (Voitenko et al., 2023).

Підтверджують величезні втрати галузі свинарства за перший рік війни й дослідження Норка (2023), згідно з якими в Україні за 2022 рік поголів'я свиней скоротилося на 11,8%.

На фоні воєнних дій зазнає втрати не лише племінне свинарство, але й промислове. Так, дослідженнями Yurchenko et al. (2024) доведено, що у 2024 році втрати промислового свинарства внаслідок бойових дій становлять 10–12% проти довоєнного рівня, а загальна кількість свиней, залучених до виробництва продукції на промисловій основі, найменша, порівняно до періоду 2012–2023 років. Вбачається, що збільшення потенціалу промислового свинарства в Україні буде узгоджуватися з поліпшенням продуктивності племінного ядра свинокомплексів, як основних виробників продукції свинарства, які уже наразі не поступаються середнім показникам окремих порід Європи і США.

Відродження українського свинарства потужними виробничниками свинини в Україні планується здійснювати на основі створення і функціонування ланцюга «виробник – переробник – торгівля», для чого розроблені довгострокові програми розвитку галузі (Vitchyzniane svynarstvo, 2023).

Не в кращому стані наразі знаходиться і галузь вівчарства. Як вказує Ponko (2024), за період незалежності України галузь вівчарства зазнала непоправних втрат, які стосуються зменшення кількості маточного поголів'я породного складу овець з унікальними генетичними ресурсами. Зникли племінні господарства, що займалися розведенням овець таких порід, як північнокавказька, кавказька тонкорунна, тексель, кримський і приазовський типи цигайської, багатоплідний тип каракульської породи тощо (Vdovychenko & Zharuk, 2019). До основних проблем галузі віднесено диспаритет цін, відсутність державної підтримки, відсутність ринків збуту продукції, переведення галузі з виробництва вовни на дрібнотоварну галузь (Vdovychenko et al., 2016).

На думку Tymofiiushyn & Deresh (2012) для того, щоб відновити 20–30% поголів'я овець потрібно до 10 років, а за втрат поголів'я більше ніж 30% – 40–50 років. Тому питання, як відновити галузь вівчарства за таких темпів, поки що не має відповіді.

Оцінюючи привабливість галузі вівчарства, Chemerys et al. (2022) вважають, що в ринкових умовах вівчарство може бути однією з конкурентних галузей тваринництва, оскільки забезпечує ринок різноманітною продукцією (баранина, вовна овчина, смушки, молоко тощо).

На утримання однієї вівці витрачається менше коштів порівняно з іншими видами сільсько-господарських тварин. Водночас вчені наголошують, що відсутність підтримки господарств населення, де сконцентроване до 75% основного поголів'я овець та кіз, привела до значного спаду галузі, починаючи з 2010 року на фоні низького рівня економічної ефективності вирощування тварин у більшості підприємств, через відносно високий рівень собівартості вирощування та низькі ціни реалізації продукції, у порівнянні із країнами ЄС. Карпатський регіон, де зосереджено до 25% поголів'я овець і кіз, впродовж 2010–2020 років зміг збільшити обсяги вирощування живої ваги овець та кіз на 11,5% до 8,7 тис. тонн, а реалізації – на 7,5% до 8,6 тис. тон на фоні збільшення чисельності поголів'я на 1,3%.

Не менше оптимізму додає і стан конярства України (Volkov, 2006; Tkachova, 2011; Suprun, 2012; 2013; 2020; Yusiuk-Omelnytska & Burenko, 2022).

З урахуванням чого постійний моніторинг галузі тваринництва, особливо на племінній основі, та актуалізація факторів впливу на її розвиток дає підґрунтя для напрацювання механізмів щодо забезпечення населення продуктами тваринництва, збереження зникаючих популяцій, формування безпеки країни.

Мета – порівняти стан генетичних ресурсів великої рогатої худоби молочного і м'ясного напрямку продуктивності, свиней, овець і коней та основних ознак їх продуктивності в динаміці 2002–2023 років, а також оцінити вплив дії воєнної агресії рф на розвиток галузі тваринництва України для її відновлення у післявоєнний період.

Матеріали та методика досліджень. Оцінка впливу воєнної агресії рф на стан галузі тваринництва України був зроблений за визначення змін маточного поголів'я великої рогатої худоби молочного і м'ясного напрямку продуктивності, свиней, овець і коней та їх основних ознак продуктивності у суб'єктах племінної справи України станом на 1 січня 2024 року за порівняння з аналогічною датою 2003 і 2022 років. Для визначення поголів'я самок та основних ознак їх продуктивності були використані дані Державного племінного реєстру за 2002 рік (Ministerstvo aharnoi polityky Ukrainy, 2004) і Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2021 і 2023 роки (Romanova et al., 2022; Zhukorskyi et al., 2024). Основними ознаками продуктивності, за якими оцінювали самок вважали: у корів молочних порід – середній надій по стаду (кг), у корів м'ясних порід – середньодобовий приріст на вирощуванні (г), у свиноматок – багатоплідність (гол.), у вівцематок – середній настриг вовни на структурну вівцю, кг у митому волокні, у конематок – вихід лоша́т на 100 конематок (гол.). В дослідженнях застосовували історичні, математичні та аналітичні методи.

Результати досліджень. Нашими дослідженнями встановлено, що на початку третього тисячоліття, а саме у 2002 році, генофонд великої рогатої худоби молочного та комбінованого молочно-м'ясного скотарства в суб'єктах племінної справи України був представлений породами: айширською, англєрською, білоголовою українською, бурою карпатською, бурою молочною, голштинською, лебединською, пінцгау, симентальською, українською червоною молочною, українською червоно-рябою молочною, українською чорно-рябою молочною, червоною польською, червоною степовою і швіцькою породами. Найбільш численними за кількістю корів були українська чорно-ряба молочна, українська червоно-ряба молочна і червона степова породи (табл. 1). До нечисленних відносилася порода пінцгау, білоголова українська і швіцька. Проте уже у 2021 році, тобто майже через 20 років, суб'єкти племінної справи відмовилися від розведення худоби білоголової української породи, бурої карпатської, бурої молочної, пінцгау і червоної польської з огляду на їх низьку продуктивність та не конкурентоспроможність на ринку України.

Аналіз стану галузі молочного скотарства на протязі 2021–2023 років, тобто перед війною та впродовж двох років війни, засвідчив втрату лише англєрської породи за збереження худоби айширської, голштинської, лебединської, симентальської, української червоної молочної, української червоно-рябої молочної, української чорно-рябої молочної, червоної польської, червоної степової і швіцької порід. Тобто, за порівняння з початком третього тисячоліття, у 2023 році, генофонд молочного скотарства скоротився на шість порід, а з 2021 роком

– на одну. При цьому, як у 2021, так і у 2023 роках найбільша кількість корів відносилася до голштинської, української чорно-рябої і української червоно-рябої молочних порід. Водночас нами з'ясовано, що за два роки війни в Україні відбулося зменшення поголів'я корів більшості наявних порід крім голштинської, джерсейської і симентальської. Для голштинської породи характерне збільшення маточного поголів'я у 2023 році на 19452 корів порівняно до передвоєнного періоду (2021 рік), джерсейської – на 265 голів і симентальської – на 527 голів. Протягом дії воєнного стану відбулося також зменшення корів лебединської і червоної степової порід, відповідно на 565 і 1063 голів. Варто відмітити, що ці дві породи мали тенденцію до скорочення не лише в динаміці останніх двох років, але і за порівняння з 2002 роком. Наразі вони віднесені до нечисленних популяцій і науковцями докладаються зусилля для збереження їх генофонду.

1. Поголів'я племінних корів молочних та комбінованих молочно-м'ясних порід

Порода	Рік				
	2002	2021		2023	
	п	п	середній надій по стаду, кг	п	середній надій по стаду, кг
Айрширська	618	573	7039	563	7402
Англерська	376	270	4166	–	–
Білоголова українська	160	–	–	–	–
Бура карпатська	1423	–	–	–	–
Бура молочна	1550	–	–	–	–
Голштинська	8745	54851	9366	74303	9810
Джерсейська	–	1092	5431	1357	6004
Лебединська	859	923	5538	358	6035
Пінцгау	87	–	–	–	–
Симентальська	10058	4159	6413	4686	7051
Українська бура молочна	–	1206	6431	544	6995
Українська червона молочна	3752	3896	6484	1488	7310
Українська червоно-ряба молочна	41662	17120	7387	15693	7689
Українська чорно-ряба молочна	90404	54863	7857	52254	8218
Червона польська	230	–	–	–	–
Червона степова	23039	1425	4483	362	6318
Швіцька	161	1804	8967	1609	8718
Усього	183124	142182	–	153217	–

Оцінюючи стан галузі молочного скотарства у 2023 році, тобто через 2 роки війни, та порівнюючи його з аналогічним у 2002 і 2021 роках, варто акцентувати увагу на можливості відновлення зниклих чи зникаючих популяцій або ліній за рахунок сперми бугаїв, яка зберігається у банку генетичних ресурсів тварин Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН. Хочеться вірити, що настане час і ми зможемо відновити популяції, особливо місцевого значення, які мають національну і культурну цінність.

Доведено, що у 2023 році, порівняно до 2002 року, поголів'я корів молочних та молочно-м'ясних порід у суб'єктах племінної справи України зменшилося на 16,3%, а порівняно до 2021 року, навпаки, збільшилося на 7,8%.

Аналіз продуктивності корів, зроблений за оцінки середнього надою в стаді впродовж 2021–2023 років, дав змогу зробити висновок про його підвищення у самок усіх порід, крім швіцької (табл. 1). Доведено, що середній надій корів у стаді у 2023 році, порівняно до передвоєнного періоду (2021 рік) збільшився на 11,5%. Високим надоєм характеризуються корови голштинської породи (9810 кг), швіцької (8718 кг) і української чорно-рябої молочної

(8218 кг) за середнього показнику за усіма наявними породами – 7414 кг. Більше 6000 кг молока в середньому по стаді у 2023 році продукували корови джерсейської, лебединської і червоної степової порід, перевищуючи показники 2021 року.

З урахуванням чого зроблений висновок, що не дивлячись на дію воєнного стану, племінне молочне скотарства впродовж 2022–2023 років завдяки людському чиннику не лише не скоротило маточне поголів'я корів, але й змогло збільшити їх чисельність та підвищити молочну продуктивність.

Моніторинг поголів'я корів м'ясних порід у суб'єктах племінної справи України у 2023 році за порівняння з початком третього тисячоліття і передвоєнним періодом (2021 рік), вказує на збільшення кількості самок і збереження худоби усіх порід, крім п'ємонтес (табл. 2).

2. Поголів'я племінних корів м'ясних порід

Порода, тип	Рік				
	2002	2021		2023	
	п	п	середньодобовий приріст на вирощуванні, г	п	середньодобовий приріст на вирощуванні, г
Абердин-ангуська	1787	2859	992	3534	948
Волинська м'ясна	2534	748	875	745	1101
Герефордська	76	–	–	126	1628
Лімузин	86	711	980	1473	926
П'ємонтес	13	–	–	–	–
Південна м'ясна	381	750	841	500	927
Поліська м'ясна	465	1239	878	878	861
Поліська м'ясна знам'янський тип	796	301	957	238	1025
Світла аквітанська	35	43	889	43	887
Сіра українська	229	349	645	266	848
Симентальська м'ясна	915	475	884	514	1098
Українська м'ясна	1465	166	897	166	897
Шароле	121	365	1122	977	1190
Усього	8903	8006	–	9460	–

У 2023 році галузь м'ясного скотарства, як і за попередні досліджувані періоди, була представлена такими породами: абердин-ангуською, волинською м'ясною, герефордською, лімузин, південною м'ясною, поліською м'ясною та її знам'янським типом, сірою українською, світлою аквітанською, симентальською м'ясною, українською м'ясною і шароле. Якщо на початку третього тисячоліття найбільше корів налічувалося серед волинської м'ясної, абердин-ангуської і української м'ясної порід, то майже через 20 років, у 2021 році, найбільшим попитом серед виробників та переробних підприємств користувалися абердин-ангуська, поліська м'ясна і південна м'ясна породи. При цьому збільшення маточного поголів'я було притаманне для абердин-ангуської породи, лімузин, південної м'ясної, поліської м'ясної, сірої української і шароле. Зазнала істотного скорочення популяція волинської м'ясної породи, знам'янського типу поліської м'ясної породи, симентальської м'ясної і української м'ясної, тобто українських порід, створених в кінці другого чи на початку третього тисячоліття. Загалом, у 2021 році, порівняно до 2002, маточне поголів'я худоби м'ясного напрямку продуктивності скоротилося на 10,1%.

Аналіз стану поголів'я племінних корів м'ясних порід у 2023 році засвідчив, що як і в попередні роки (2002 і 2021), найбільшим попитом користувалися тварини абердин-ангуської породи за зміни попиту щодо інших порід. Загалом, впродовж останніх двох років (2022–2023 рр.) зафіксовано збільшення поголів'я корів абердин-ангуської породи, лімузин, симен-

тальської м'ясної і шароле за скорочення чисельності самок серед решти порід. На 250 корів скоротилося поголів'я південної м'ясної породи, на 361 голів – поліської м'ясної, 63 голів – знам'янського типу і 83 голів – сірої української. Але слід відмітити, що попри скорочення чисельності корів цих порід впродовж двох останніх років, галузь м'ясного скотарства України в цілому не зазнала скорочення маточного поголів'я, завдячуючи збільшенню поголів'я корів інших порід. Так, у 2023 році, порівняно до 2021 року, чисельність племінних корів різних порід м'ясного напрямку продуктивності збільшилася на 1454 голів (18,2%), що дозволило галузі не зменшувати виробництво продукції.

Аналіз продуктивності корів м'ясних порід, зроблений за середньодобовим приростом на вирощуванні, засвідчив перевагу представників порід герефорд, шароле і волинської м'ясної. При цьому впродовж двох останніх досліджуваних років середньодобовий приріст худоби на вирощуванні підвищилися в цілому на 23,8% за порівняння до 2021 року за найвищих показників у представниць волинської м'ясної, південної м'ясної, знам'янського типу поліської м'ясної породи, сірої української породи і шароле.

У цілому зроблено висновок, що воєнна агресія рф в Україні впродовж двох років хоча й привела до втрати племінного поголів'я окремих порід, але не мала негативних наслідків на стан галузі племінного м'ясного скотарства в цілому. Суб'єкти племінної справи галузі м'ясного скотарства змогли сконцентрувати свою увагу на важливості розведення худоби м'ясних порід, що дало позитивні результати як для розширення поголів'я корів більшості наявних порід, так і середньодобових приростів худоби на відгодівлі.

Моніторинг стану галузі свинарства у суб'єктах племінної справи України, крім тимчасово окупованих територій, у 2023 році засвідчив, що в них утримуються свині великої білої породи, дюррок, ландрас, п'єтрен, полтавської м'ясної, уельської і червоної білопоясої (табл. 3).

3. Поголів'я племінних свиноматок

Порода	Рік				
	2002	2021		2023	
	п	п	багато-плідність, гол	п	багато-плідність, гол
Велика біла	2998	8252	11,6	7217	12,7
Велика біла (англійської селекції)	150	–	–	–	–
Велика чорна	511	–	–	–	–
Дюррок	174	345	11,3	210	12,3
Ландрас	630	4304	12,0	2661	13,2
Миргородська	889	–	–	–	–
П'єтрен	–	286	10,3	301	10,8
Полтавська м'ясна	116	228	10,1	80	9,8
Уельська	100	80	13,0	80	13,1
Українська м'ясна	1141	27	10,1	–	–
Українська степова біла	905	174	10,4	–	–
Українська степова ряба	52	15	9,2	–	–
Червона білопояса	388	46	9,9	42	9,9
Усього	8054	13757	–	10591	–

На початку третього тисячоліття, тобто у 2002 році, генофонд свиней, крім вищевказаних порід, був представлений ще й великою білою породою англійської селекції, великою чорною, миргородською, українською м'ясною, українською степовою білою і українською степовою рябою. Проте свиней великої білої породи англійської селекції перестали виділяти в окрему породу, оскільки англійське походження – це першопочаткове походження свиней цієї породи, від великої чорної відмовилися з огляду на її сальний напрям продуктивності,

який наразі у виробників не має попиту, а свиней миргородської породи знищила африканська чума. До початку війни, у 2021 році, серед наявного генофонду були свині української м'ясної, української степової білої і української степової рябої порід, але за іронією долі їх розводили лише в одиничних господарствах Херсонської області, які наразі окуповані, а тварини знищені. При цьому в банку генетичних ресурсів тварин Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН є сперма кнурів української степової білої і української степової рябої порід і за їх використання методами поглинального схрещування можна відновити популяції. За бажання, можна також відновити українську м'ясну породу, оскільки є стада полтавської м'ясної породи, свині яких були вихідним поголів'ям при створенні української м'ясної породи. Науковці Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН наразі проводять роботу методами селекції і генетики з відновлення свиней миргородської породи за рахунок частково збереженого поголів'я, здебільшого помісних свиноматок і кнурів, а також використання свиноматок полтавської м'ясної породи, де, як вважають науковці, є окремі гени миргородської породи, що брала участь у створенні останньої (Ibatullin et al., 2023). Отримані свині першої генерації, відбираються родоначальники ліній і родин. Варто зауважити, що у банку генетичних ресурсів тварин ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН є сперма кнурів миргородської породи і її використання могло б сприяти відновленню чистопорідної популяції. Але поки що метод використання кріоконсервованої сперми для відновлення українських популяцій свиней ускладнено рядом об'єктивних і суб'єктивних чинників. Можливо настане час, коли ми будемо відноситися до українських порід, як до національного надбання і складової біорозмаїття за інтенсивного збереження чи відновлення їх популяцій.

Встановлено, що у 2002, 2021 і 2023 роках, основними породами при виробництві продукції свинарства були і залишаються велика біла і ландрас. На початку третього тисячоліття відігравали певну роль, крім вищевказаних, також українська м'ясна, українська степова біла і миргородська породи з огляду на чисельність основних свиноматок в них. Проте попит на пісню свинину, диспаритет цін, впровадження сучасних технологій виробництва продукції привели до зміни співвідношення свиноматок наявних порід. Не останню роль відіграли і воєнні дії. Все разом супроводжувалося зменшенням поголів'я основних свиноматок у суб'єктах племінної справи в динаміці 2021–2023 років на 23,0%. Найбільшу втрату основних свиноматок зафіксовано у великій білій породі (1035 голів), ландрас (1643 голів) і полтавській м'ясній (148 голів) за майже однакового стану свиней уельської породи, п'єстрен і червоної білопоясої, кількість маток у яких була і є менше 100 голів.

Оцінка продуктивності свиноматок, зроблена за їх багатоплідністю, стверджує, що не дивлячись на скорочення поголів'я самок, кількість живих поросят не зменшується, а навпаки – дещо підвищується. Якщо у 2021 році дана ознака серед наявних порід варіювала у межах 9,2–13 голів, то у 2023 році це вже 9,9–13,2 голів. Серед маток порід велика біла, ландрас, дюрорк, п'єстрен, яких можна віднести до комерційних, поліпшення ознаки ще більше. У 2023 році за порівняння до 2021 року, багатоплідність маток великої білої породи збільшилася на 1,1 голів, дюрорк – 1,0 голову, ландрас – 1,2 голів, п'єстрен – 0,5 голів. На одному рівні багатоплідність залишилася серед маток уельської і червоної білопоясої порід і зазнала деякого скорочення (на 0,3 голів) серед свиноматок полтавської м'ясної породи.

У цілому, зроблено висновок, що дворічна воєнна агресія привела про втрати трьох порід свиней, зменшення кількості основних свиноматок у племінних стадах наявних порід на 23,0% за підвищення багатоплідності серед маток комерційних порід на 0,5–1,2 голів.

Вівчарство, яке на початку третього тисячоліття серед наявних видів сільськогосподарських тварин України було представлене найбільшою кількістю порід і типів, до 2021 року, практично за два десятиліття, зазнало негативного впливу, обумовленого попитом на основну продукцію відповідної породи, собівартістю продукції, можливістю випасання тварин, технологією виробництва продукції тощо. З'ясовано, що у 2002 році вівчарство було представлено такими породами і типами: асканійською м'ясо-вовною з кросбредною вовною та її типами: дніпропетровським і одеським, асканійською тонкорунною та таврійським типом

цієї породи, асканійським типом чорноголових овець з кросбредною вовною, північно-кавказькою, полварс, прекос, темноголовою латвійською і українською гірськокарпатською, українською м'ясо-вовною (харківський тип), цигайською, багатоплідним типом каракульської породи, асканійською каракульською і сокольською породами. За кількістю маток перевагу мали цигайська порода, асканійська тонкорунна і одеський тип асканійської м'ясо-вовної породи з кросбредною вовною (табл. 4).

4. Поголів'я племінних вівцематок

Порода, тип	Рік				
	2002	2021		2023	
	п	п	середній настриг вовни на структурну вівцю, кг у митому волокні	п	середній настриг вовни на структурну вівцю, кг у митому волокні
Дорпер	–	75	–	134	–
Асканійська м'ясо-вовнова з кросбредною вовною та її типи:	2819	1781	3,0	800	3,2
Буковинський тип	–	669	2,9	260	2,7
Дніпропетровський тип	1085	75	–	–	–
Одеський тип	3554	992	3,3	447	2,8
Асканійська тонкорунна	8999	–	–	–	–
Асканійська тонкорунна (таврійський тип)	1496	2705	3,5	2622	3,0
Асканійський тип чорноголових овець з кросбредною вовною	3429	–	–	–	–
Лакон	–	260	5,0	455	5,0
Мериноландшаф	–	1958	3,2	1103	2,2
Олібс	–	–	–	–	–
Північно-кавказька	600	–	–	–	–
Придніпровська м'ясна (дніпропетровський тип)	–	409	2,1	353	2,0
Полварс	79	–	–	–	–
Прекос	3172	841	2,4	200	2,4
Романівська	–	9816	1,6	6802	1,6
Темноголова латвійська	35	155	1,8	70	1,8
Українська гірськокарпатська	105	50	1,6	1452	1,8
Українська м'ясо-вовнова (харківський тип)	1534	–	–	–	–
Цигайська	10326	–	–	–	–
Цигайська (кримський тип)	–	–	–	–	–
Цигайська (приазовський тип)	–	–	–	–	–
Багатоплідний тип каракульської породи	900	–	–	–	–
Усього	38133	19786	–	14698	–
Смушкові породи					
Порода, тип	п	п	Одержано каракулю і смушок, шт.	п	Одержано каракулю і смушок, шт.
Асканійська каракульська	2078	3010	1559	1974	861
Сокільська	260	89	–	36	–
Усього	2338	3099	–	2010	–

Майже через 20 років, у 2021 році, галузь вівчарства було зосереджено на розведенні дещо інших порід, а саме: дорпер, асканійської м'ясо-вовної з кросбредною вовною та її буковинського, дніпропетровського і одеського типів; таврійського типу асканійської тонко-

рунної породи, лакон, мериноландшаф, прекос, дніпропетровського типу придніпровської м'ясної породи, романівської, темноголової латвійської, української гірськокарпатської, асканійської каракульської і сокольської порід. Тобто, за період 2002–2021 років в Державному реєстрі суб'єктів племінної справи у тваринництві (Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy, 2004; Romanova et al., 2022) відсутні 9 порід і типів, але варто зазначити, що зміна попиту сприяла тому, що в процес виробництва були залучені інші породи, в даному випадку, 5 порід і типів українського та зарубіжного походження (дорпер, буковинський тип асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною, лакон, мериноландшаф, дніпропетровський тип придніпровської м'ясної породи). Найбільше вівцематок було серед романівської породи, таврійського типу асканійської тонкорунної породи і асканійської м'ясо-вовнової з кросбредною вовною. Сокільська і українська гірськокарпатська породи налічували менше 100 маток. У 2021 році, за порівняння з 2002 роком, поголів'я маток усіх порід, без смушкових, скоротилося на 48,1%.

У 2023 році, через два роки від початку війни, галузь вівчарства зберегла усі породи, які були наявні у 2021 році, крім дніпропетровського типу асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною. Але збереження генофонду не означає збереження поголів'я тварин в породах чи типах. Встановлено, що у 2023 році за порівняння з 2021 роком кількість вівцематок наявних порід, крім смушкових, зменшилося на 25,7%, а у 2023 році, порівняно до 2002 року – на 61,4%. Найбільше вівцематок у 2023 році зафіксовано в суб'єктах племінної справи, які розводили романівську (6802 голів), українську гірськокарпатську породи (1452 голів) і таврійський тип асканійської тонкорунної породи (2622 голів).

До нечисельної віднесено темноголову латвійську породу (70 голів), яка і раніше не користувалася великим попитом. Варто зауважити істотну зацікавленість виробників у вівцях українську гірськокарпатську породи, особливо серед представників фермерських господарств та ФОПів, в результаті чого кількість маток впродовж двох років збільшилася з 50 до 1452 голів.

У 2023 році, порівняно до 2021 року, найбільше скорочення поголів'я маток зафіксовано у племінних стадах асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною – на 981 голів, мериноландшаф – на 855 голів і романівської – на 3014 голів. При цьому ці тварини розводилися не на ТОТ.

Кількість маток смушкових порід, починаючи з 2002 року, теж скорочується з огляду на відсутність попиту на смушки. За два роки війни поголів'я маток двох смушкових порід (сокільської і асканійської каракульської) зменшилося на 35,1%.

Аналіз продуктивності вівцематок, крім смушкових порід, за середнім настригом вовни на структурну вівцю у митому волокні засвідчив, що у 2021 році цей показник був на рівні 1,6–5,0 кг залежно від породи та напрямку її продуктивності. Найбільше вовни у митому волокні отримано від маток породи лакон (5,0 кг), а найменше (1,6 кг) – романівської і української гірськокарпатської порід. У 2023 році загальна тенденція виходу вовни у митому волокні залишилася аналогічною, але при цьому відмічено зменшення показнику серед маток асканійської м'ясо-вовнової породи і її типів, таврійського типу асканійської тонкорунної породи і мериноландшаф за однакових показників серед решти порід.

Щодо двох смушкових порід, то наявна інформація лише щодо продуктивності асканійської каракульської породи, маток якої оцінювали за кількістю одержаного від них каракулю і смушок. Встановлено, що із скороченням поголів'я овець цих порід зменшується і кількість отриманої від них продукції, але не пропорційно. Так, у 2023 році, порівняно до 2021 поголів'я маток скоротилася на 34,4%, а кількість одержаного від них каракулю і смушок – на 71,3%. Ймовірно, проблема не у війні, а у попиті на цю продукцію. Щодо сокільської породи, яка налічує наразі лише 36 вівцематок, то від неї взагалі не отримують каракулю і смушок за тієї ж проблеми, що і у асканійської каракульської породи.

Тобто, порівняльний аналіз стану вівчарства у 2021 і 2002 роках, а також у 2023 і 2021 роках дав змогу зробити висновок про суттєве зменшення кількості вівцематок різних

порід, зниження їх продуктивності на фоні зміни співвідношення порід у галузі, включаючи втрату українських генотипів. При цьому основним чинником втрати порід і типів, особливо українських, була не війна, оскільки суттєве скорочення поголів'я маток фіксувалося уже у 2021 році.

Порівняльний аналіз стану конярства у суб'єктах племінної справи України, в динаміці оцінюваного періоду, засвідчує нестабільність розвитку галузі і зміну попиту на ту чи іншу породу. З'ясовано, що на початку третього тисячоліття, тобто у 2002 році, коні в Україні відносилися до гуцульської, новоолександрівської ваговозної, орловської рисистої, російської рисистої, торійської, тракененської, української верхової, чистокровної верхової порід і шетлендського поні (табл. 5). А у 2021 році, майже через два десятиріччя, до наявного поголів'я додалися вестфальська і ганноверська породи, але не стало шотландського поні. Водночас за цей період поголів'я конематок усіх порід зазнало значного скорочення. Так, у 2021 році, порівняно до 2002 року, кількість конематок зменшилася на 42,5%. Найбільш численною за кількістю маточного поголів'я була і залишилася українська верхова порода – 606 і 413 кобил відповідно. За досліджуваний період суттєво скоротилося поголів'я конематок новоолександрівської ваговозної породи, російської рисистою і української верхової. За останні два роки, тобто передвоєнний 2021 рік та воєнний – 2023, поголів'я конематок усіх порід продовжувало скорочуватися, крім вестфальської і ганноверської, які навіть дещо збільшили численність самок, а також гуцульської породи, хоча остання відноситься до локальної нечисленною популяції. Маточне поголів'я коней усіх порід у 2023 році, порівняно до 2021 року, зменшилося на 42,6%, а до 2002 року – на 66,9%. Проблематичними щодо кількості конематок наразі є гуцульська порода (30 голів) і торійська (16 голів). На етапі розведення в Україні знаходиться французька рисиста, яка наразі налічує лише 20 голів. Оцінка конематок за виходом лошат на 100 маток у 2023 році вказує на зменшення показнику, порівняно до 2021 року, серед представниць вестфальської, ганноверської, новоолександрівської ваговозної, торійської і чистокровної верхової порід на 16,6–33,4% за деякого поліпшення ознаки серед конематок орловської та російської рисистих порід і української верхової за стабільної продуктивності гуцульської породи.

5. Поголів'я племінних конематок

Порода	Рік				
	2002	2021		2023	
	п	п	вихід лошат на 100 конематок, гол.	п	вихід лошат на 100 конематок, гол.
Вестфальська	–	11	63	57	54
Ганноверська	–	70	80	76	53
Гуцульська	53	30	33	30	33
Новоолександрівська ваговозна	335	90	55	51	38
Орловська рисиста	242	176	57	82	62
Російська рисиста	406	114	20	44	36
Торійська	75	16	60	16	50
Тракенська	53	16	12	–	–
Українська верхова	606	413	43	255	56
Французька рисиста	–	–	–	20	50
Чистокровна верхова	304	263	42	57	30
Шетлендські поні	10	–	–	–	–
Усього	2084	1199	–	688	–

За результатами досліджень, зроблений висновок, що в племінних господарствах в динаміці перших двох років війни відбулося скорочення генофонду конематок наявних порід на 42,6% за майже однакового виходу лошат на 100 конематок у цілому по галузі за варію-

вання ознаки серед порід.

Висновки. Генетичні ресурси молочного і м'ясного скотарства, свинарства, вівчарства і конярства у суб'єктах племінної справи України впродовж двох років війни (2022–2023 роки) за порівняння із станом тваринництва на початку третього тисячоліття (2002 рік) і перед початком воєнних дій (2021 рік) зазнали істотних змін як щодо кількості порід відповідного виду, маточного поголів'я так і основних показників їх продуктивності.

У 2023 році, порівняно до 2021 року, поголів'я корів молочних та молочно-м'ясних порід у суб'єктах племінної справи України збільшилося на 7,8%, а середній надій корів – на 11,5%. Не виявлено негативних наслідків воєнної агресії і щодо чисельності племінних корів м'ясного напрямку продуктивності, підтвердженням чого є збільшення їх поголів'я у суб'єктах племінної справи протягом 2022–2023 років на 18,2% за підвищення середньодобового приросту на вирощуванні на 23,8%.

За два роки війни племінне свинарство втратило 23,0% поголів'я основних свиноматок наявних порід за деякого поліпшення багатоплідності, особливо серед маток комерційних порід.

У 2023 році, через два роки від початку війни, галузь вівчарства зберегла усі породи, які були наявні у 2021 році, крім дніпропетровського типу асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною. У 2023 році, за порівняння з 2021 роком, кількість вівцематок наявних порід, крім смушкових, зменшилося на 25,7%, а смушкових порід – на 35,1%. У 2023 році середній настриг вовни на структурну вівцю у митому волокні майже не зазнав змін порівняно із передвоєнним станом за певних нюансів щодо окремих порід. Кількість одержаного від маток каракулю і смушок скоротилася на 71,3%.

Маточне поголів'я коней усіх порід у 2023 році, порівняно до 2021 року, зменшилося на 42,6% за майже однакового виходу лоша на 100 конематок в цілому по галузі за варіювання ознаки серед представниць наявних порід.

Здійснений моніторинг стану галузі тваринництва у суб'єктах племінної справи України дає підстави для розробки шляхів відродження галузі та можливості залучення даного генофонду до виробництва продукції та промисловій основі.

REFERENCES

- Akimov, O. V., Martyniuk, I. M., Tsereniuk, O. M., & Chereuta, Yu. V. (2022). Ob'iemnoplanuvanni rishennia rekonstruktsii tsekhu vidtvorennia svynei z vprovadzhenniam shtuchnoho osimeninnia [Spatial planning solutions for the reconstruction of the pig reproduction shop with the introduction of artificial insemination] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and technical bulletin of the Animal Husbandry Institute of the NAAS*. Kharkiv, 127, 59–69. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2022127-59-69>
- Bashchenko, M. I. (Ed.). (2017). *Tvarynnytstvo Ukrainy : stan, problemy, shliakhy rozvytku (1991–2017–2030 rr.)* [Livestock breeding in Ukraine: status, problems, development paths]. Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Bondarska, O. M., Povod, M. H., Lykhach, V. Ya., Lykhach, A. V., Bevez, N. L., Hlukhenkyi, S. L., Chentsov, M. M., & Yaroshchuk, D. A. (2023). Vitchyzniani ta svitovyi rynok svynyny: pidsumky 2022 roku ta prohnozy [Domestic and global pork market: 2022 results and forecasts] *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky – Taurida Scientific Herald. Rural Sciences*. Odesa, 130, 307–319. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.42>
- Chemerys, V., Maksym, V., Dushka, V., & Kryvishyn, A. (2022). Perspektyvy rozvytku vivcharstva ta kozivnytstva v Karpatskomu ekonomichnomu raioni Ukrainy [Prospects for the development of sheep and goat breeding in the Carpathian Economic Region of Ukraine] *Naukovyi visnyk LNUVMB im. S.Z. Gzhytskoho. Ekonomichni nauky – Scientific Messenger LNUVMB. Economical Sciences*, 24 (99), 31–37. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-e9906>

- Diedova, L. O., Kudryk, N. A., Dzhus, P. P., Sydorenko, O. V., Bondaruk, H. M., Chop, N. V., & Marchenko, N. I. (2024). Analiz formuvannia plemynnoi bazy henetynykh resursiv velykoi rohatoi khudoby pivdennoi m'iasnoi porody [Analysis of the formation of the breeding base of genetic resources of cattle of the Southern Beef breed] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 68, 14–21. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.68.02>
- Hetia, A. A., & Suprun, I. O. (2021). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku vitchyznianoho svynarstva [Current state and prospects of development of tribal resources of pigs in Ukraine] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of Sumy National Agrarian University. Livestock*, 2 (45), 146–152. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.2.22>
- Hladii, M., Polupan, Yu., Rieznykova, N., & Pryima, S. (2018). Henetychni resursy molochnoho i miasnoho skotarstva v Ukraini [Genetic resources of dairy and beef cattle breeding in Ukraine] *Tvarynnytstvo Ukrainy – Animal husbandry of Ukraine*, 9–10, 14–20. [In Ukrainian].
- Hopka, M. (2023, 9 liutoho). Z chym svynarstvo Ukrainy y svitu uviishlo u 2023 rik [What did pig farming in Ukraine and the world enter 2023 with]. *AgroTimes.ua*. [In Ukrainian]. <https://agrotimes.ua/opinion/z-chym-svynarstvo-ukrayiny-j-svitu-uvijshlo-u-2023-rik/>
- Ibatullin, I. I., Kostenko, O. I., Tsereniuk, O. M., Zhukorskyi, O. M., Vashchenko, P. A., Tsybenko, V. H., Voitenko, S. L., Voloshchuk, V. M., Akimov, O. V., Vovk, V. O., Zinov'iev, S. H., Chereuta, Yu. V., Kunets, V. V., Shablia, V. P., Volovyk, M. Ye., & Zadorozhna, I. Yu. (2023). *Prohrama vidnovlennia myrhorodskoi porody svynei v Ukraini na 2023–2025 roky* [Program for the restoration of the Myrhorod pig breed in Ukraine for 2023–2025]. Instytut svynarstva i APV NAAN. [In Ukrainian]. <https://svinarstvo.com/index.php/ua/naukova-biblioteka/naukova-literatura/prohramy>
- Kryvoruchko, Yu. I., Nahornyi, S. A., Prudnikov, V. H., Skliarenko, O. V., & Korkh, I. V. (2024). Pleminni resursy molochnoho skotarstva Ukrainy [Breeding resources of dairy cattle in Ukraine] *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding. Obroshyne*, 75 (1), 144–156. [In Ukrainian]. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-1-13](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-1-13)
- Lykhach, V. Ya., Lykhach, A. V., Faustov, R. V., & Kucher, O. O. (2021). Suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku vitchyznianoho svynarstva [Current state and development trends of domestic pig breeding] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of Sumy National Agrarian University. Livestock*, 1 (44), 69–79. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.1.10>
- Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy. Derzhavnyi naukovo-vyrobnychyi kontsern "Seleksiia". (2004). *Derzhavnyi plemynnyi reiestr 2002 rik. T. 2.* [State tribal register 2002. Vol. 2]. [In Ukrainian].
- Mozhelianska, A. V., & Sahachko, Yu. M. (2024). Tendentsii transformatsii molochnoho skotarstva pid chas voiennoho stanu [Trends in the transformation of dairy farming during wartime] *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka – Digital Economy and Economic Security. Odesa*, 4 (13), 167–172. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/dees.13-25>
- Mykhalko, O. H. (2021). Suchasnyi stan ta shliakhy rozvytku svynarstva v sviti ta Ukraini [Current state and ways of pig production development in the world and Ukraine] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of Sumy National Agrarian University. Livestock*, 3 (46), 61–77. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.3.9>
- Mykytiuk, V. V. (2016). Henetyko-seleksiini parametry introduktsii ovets z urakhuvanniam vzaiemodii "henotyp – seredovyshe" [Genetic selection parameters of the introduction of sheep taking into account the interaction "genotype – environment] *Naukovi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva – Scientific Bulletin of the National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine. Technology of production and*

- processing of livestock products. Kyiv, 236, 169–181. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_tevppt_2016_236_21.
- Pidpala, T. V. (2022). Realizatsiia spadkovoho potentsialu holshtynskoi porody za intensyvnoi tekhnolohii [Realization of heredity potential Holstein breed with the intensive technology] *Tvarynnytstvo Stepu Ukrainy – Animal Husbandry of the Steppe of Ukraine*. Dnipro, 1 (2), 16–25. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31867/2786-6750.1.2.2022.16-25>
- Pochukalin, A. Ye. (2022). Stan tvarynnytstva Ukrainy: monitorynh za 2021 rik [State of livestock in Ukraine: monitoring for 2021] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 64, 69–83. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.64.07>
- Ponko, L. P. (2024). Suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku vivcharstva v Khmelnytskii oblasti [The current state and prospects of sheep breeding in Khmelnytskyi region] *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics*. Kamianets-Podilskyi, 2 (43), 81–87. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-2.12>
- Povod, M. H., Andrieieva, D. M., Lykhach, A. V., Deshchenko, O. S., Lykhach, V. Ya., Rieznichenko, V. I., & Bondarska, O. M. (2022). Peredvoiennyi stan vitchyznianoho svynarstva [The pre-war state of domestic pig production] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 175–185. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.21>
- Romanova, O. V., Pryima, S. V., Polupan, Yu. P., & Basovskyi, D. M. (2022). *Derzhavnyi reiestr sub'ektiv plemynnoi spravy u tvarynnytstvi za 2021 rik. T. 2.* [State register of subjects of tribal affairs in the animal kingdom for 2021. Vol. 2]. [In Ukrainian].
- Suprun, I. O. (2012). Rysysti porody konei v Ukraini [Trotting horse breeds in Ukraine] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 46, 56–59. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2012_46_22
- Suprun, I. O. (2013). Kharakterystyka populiatsiino-henetychnykh parametriv konei rysystykh pored [Description of population-genetic parameters of Trotting breed horses] *Biologhiia tvaryn – The Animal Biology*. Lviv, 15 (3), 132–139. [In Ukrainian]. <http://aminbiol.com.ua/index.php/ua/arkhiv/93-bt3-15-2013/264-2013-10-09-13-21-11>
- Suprun, I. O. (2020). Stan i perspektyvy zastosuvannia henetychnykh resursiv koniarstva Ukrainy [The Prospects of genetic resources of horse using in Ukraine] *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva – Animal Husbandry Products Production and Processing*. Bila Tserkva, 2, 66–75. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2020-158-2-66-75> https://tvppt.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/pererobka/suprun_2_2020.pdf
- Suprun, I. O., & Dovha, O. O. (2021). Dynamika plemynnoho miasnoho skotarstva v Ukraini [Development of beef cattle breeding status in Ukraine] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of Sumy National Agrarian University*. Livestock, 1 (44), 92–97. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.1.13>
- Suprun, I. O., Khmelnychy, L. M., Hetia, A. A., & Matvieiev, M. A. (2023). Svitovyi dosvid i perspektyvy rozvytku haluzi molochnoho skotarstva v aspekti mozhlyvosti yoho zastosuvannia v Ukraini [Advanced global experience in dairy cattle breeding and prospects for its application in Ukraine] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of Sumy National Agrarian University*. Livestock, 4 (55), 49–58. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.4.6>
- Tkachova, I. V. (2011). Stratehiia rozvytku haluzi koniarstva v Ukraini [Strategy for the development of the horse breeding industry in Ukraine] *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva – Scientific Bulletin of the National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine*. Technology of production and processing of livestock products. Kyiv, 160 (1), 271–277. [In Ukrainian].

- Tsereniuk, O. M., Hryshyna, L. P., & Peretiatko, L. H. (2022). Analiz plemninnoy bazy svynarstva Ukrainy [Analysis of the breeding base of pig breeding in Ukraine] *Svynarstvo – Pig Breeding*. Poltava, 77–78, 72–82. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.37143/0371-4365-2022-77-78-06>
- Tsvihun, I. A., & Tsvihun, A. T. (2023). Problemy rozvytku mlochnoho skotarstva v rehionakh Ukrainy [Problems of the development of dairy cattle breeding in the regions of Ukraine] *Ekonomika i suspilstvo – Economy and society*. Odesa, 57. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-57-18>
- Tymofiishyn, I. I., & Deresh, O. M. (2012). Stan ta shliakhy vidrozhennia vivcharstva Khmelnychchyny [The state and ways of revival of sheep breeding in the Khmelnytskyi region] *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky – Taurida Scientific Herald. Rural Sciences*. Kherson, 81, 303–305. [In Ukrainian].
- Vdovychenko, Yu. V., & Zharuk, P. H. (2019). Henetychni resursy ovets v Ukraini [Genetic resources of sheep in Ukraine] *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 5 (794), 38–44. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201905-04>
- Vdovychenko, Yu. V., Iovenko, V. M., Zharuk, P. H., Kudryk, N. A., & Zharuk, L. V. (2016). Stan ta naukove zabezpechennia haluzi vivcharstva v Ukraini [State and scientific support of sheep breeding industry in Ukraine] *Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova» – Scientific Bulletin "Askania-Nova"*. Nova Kakhovka, 9, 3–16. [In Ukrainian].
- Vitchyzniane svynarstvo: TOP-5 indyikatoriv haluzi [Domestic Pig Farming: TOP-5 Industry Indicators]. *Agravery.com* (2023, 15 sichnia). <https://agravery.com/uk/posts/show/vitciznane-svynarstvo-top-5-indyikatoriv-galuzi> [In Ukrainian].
- Voitenko, S. L. (2018). Stan ta tendentsii rozvytku svynarstva na pleminnii osnovi [The status and trends of the pig breeding development on the tribal basis] *Naukovyi visnyk "Askaniia-Nova" – Scientific Bulletin "Askania-Nova"*. Nova Kakhovka, 11, 157–169. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.33694/2617-0787-2018-1-11-157-169>
- Voitenko, S. L. (2024). Svyni m'iasnykh porid v Ukraini ta neobkhdnist vidrozhennia pleminnoho svynarstva [Pigs of meat breeds in Ukraine and the need for the revival of pig breeding] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 67, 29–45. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.67.04>
- Voitenko, S. L., Petrenko, M. O., Shaferivskyi, B. S., & Karuna, T. I. (2023). Pleminne svynarstvo Ukrainy: vyklyky chasu [Breeding pig farming of Ukraine: challenges of the time] *Scientific Progress & Innovations*. Poltava, 26 (3), 81–86. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.15>
- Voitenko, S. L., Porkhun, M. H., Sydorenko, O. V., & Ilnytska, T. Ye. (2019). Henetychni resursy silskohospodarskykh tvaryn Ukrainy pochatku tretogo tysiacholittia [Genetic resources of agricultural animals of Ukraine at the beginning of the third millennium] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 58, 110–119. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.58.15>
- Volkov, D. A. (2006). Pleminni resursy koniarstva ta zavdannia selektsioneriv [Pedigree resources of horse breeding and tasks of breeders] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and technical bulletin of Livestock farming Institute of NAAS*. Kharkiv, 94, 84–88. <http://animal.kharkov.ua/archiv/ntb/NTB94.pdf> [In Ukrainian].
- Voloshchuk, V. M., Smyslov, S. Yu., Pidtereba, O. I., & Ksonz, I. M. (2017). Ob'iemnoplanuvalni ta tekhnolohichni rishennia rekonstruktsii prymishchen pry perevedenni svynarstva na potokovu systemu vyrobnytstva [Spatial planning and technological solutions for the reconstruction of premises during the transfer of pig farming to the flow system of production] *Svynarstvo – Pig Breeding*. Poltava, 70, 11–19. [In Ukrainian].
- Yurchenko, O. S., Bondarska, O. M., Lykhach, V. Ya., Kalitaiev, K. K., & Kovalenko, O. A. (2024). Stan vitchyznianoho svynarstva. problemy ta perspektyvy [The state of domestic pig production problems and prospects] *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*

- *Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics*. Kamianets-Podilskyi, 1 (42), 55–63. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-1.8>
- Yusiuk-Omelnytska, T. A., & Burenko, A. V. (2022). Dynamika rozvytku ta suchasnyi stan novooleksandrivskoi vahovoznoi porody na filii «Dibrivskyi kinnyi zavod № 62» DP «Koniarstvo Ukrainy» [Dynamics of development and current status of the novoalexandrovsky draft horse at the branch “Dibrivsky stud farm № 62” se “Ukraine horse breeding”] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and technical bulletin of the Animal Husbandry Institute of the NAAS*. Kharkiv, 128, 198–206. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2022-128-198-207>
- Zhukorskyi, O. M., Romanova, O. V., Mykhailenko, N. H., Pryima, S. V., & Basovskyi, D. M. (2024). *Derzhavnyi reiestr sub'ektiv plemynnoi spravy u tvarynnytstvi za 2023 rik. T. 2*. [State register of subjects of tribal affairs in the animal kingdom for 2023. Vol. 2]. [In Ukrainian]. <https://www.iabg.org.ua/images/catalog/II%20%20tom%202023%20rik.pdf>

Одержано редколегією 01.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.7.051.06.082.2(477)

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.06>

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕКСТЕР'ЄРУ СОБАК ВІТЧИЗНЯНОЇ ПОРОДИ ОДІС

С. В. ЄГОРЧЕНКОВА, Л. В. БУЛА*Сумський національний аграрний університет (Суми, Україна)*<https://orcid.org/0000-0001-8761-7676> – С. В. Єгорченкова<https://orcid.org/0000-0002-4698-9307> – Л. В. Була

ursula1708@ukr.net

Проведені дослідження параметрів екстер'єру племінного поголів'я собак вітчизняної породи Одис ($n = 29$), які використовуються у розведенні протягом попередніх 10 років. Тварини оцінювались загальноприйнятим у собаківництві методом промірів. Метою роботи була оцінка основних лінійних промірів відповідно до статі та віку тварин, аналіз індексів будови тіла, а також відповідність отриманих значень до стандарту породи.

Встановлено, що висота в холці у псів та сук ($38,73 \pm 0,40$ см і $35,31 \pm 0,75$ см, відповідно) знаходиться в межах параметрів, що зазначені у стандарті, а невеликий коефіцієнт варіації ($C_v = 3,38-9,02\%$) свідчить про однотипність собак вибірки. За всіма оціненими промірами пси переважали сук за статистично значущої різниці ($P \geq 0,95-0,999$), що вказує на яскраво виражений статевий диморфізм за екстер'єрними ознаками у породі.

Аналіз індексів формату та високоногості, які вказані у стандарті породи, підтвердив відповідність екстер'єру тварин параметрам бажаної собаки породи. Проте, за індексом довжини морди ($43,08 \pm 0,69\%$) спостерігається певна невідповідність національному стандарту, де зазначається, що співвідношення довжини морди до довжини голови має становити $\frac{1}{2}$.

У цілому, селекційна робота має позитивну динаміку, що вказує на достатньо сформоване у спадковому відношенні поголів'я породи, яке передає свої морфологічні ознаки екстер'єру, що зазначені у стандарті породи. Зважаючи на аналіз отриманих значень у вікових групах, необхідно проводити відбір тварин до племінного розведення, аби запобігти появі в породі собак із занадто легким кістяком, збільшених розмірів та високоногих, а деякі пункти діючого стандарту потребують доопрацювання.

Ключові слова: порода собак, одис, лінійні проміри, індекс тілобудови, статевий диморфізм, вік

RESEARCH ON THE EXTERIOR PARAMETERS OF DOGS OF THE NATIONAL ODIS BREED

S. V. Yehorchenkova, L. V. Bula*Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)*

Research was conducted on the exterior parameters of breeding dogs of the Odi ($n=29$) used for breeding over the past 10 years. The animals were evaluated using the standard measurement method accepted in dog breeding. The study aimed to evaluate the main linear measurements according to the sex and age of the animals, analyze body structure indices, and assess the compliance of the obtained values with the breed standard requirements.

It was found that the height at the withers in males and females (38.73 ± 0.40 cm and 35.31 ± 0.75 cm, respectively) is within the acceptable standard, and a small coefficient of variation ($C_v = 3.38-9.02\%$) indicates the uniformity of the dogs in the sample. According to the assessment of all measurements, males had statistically significant ($P \geq 0.95-0.999$) larger parameters

compared to similar indicators in females, which indicates a pronounced sexual dimorphism in the breed.

An analysis of the animals' format and high-leggedness indices, which are specified in the breed standard, also confirmed that the animals' exterior corresponded to the model of the desired dog breed. However, a question arose when calculating and analyzing the muzzle length index. The national standard states that the ratio of muzzle length to head length should be 1/2, but the corresponding index was $43.08 \pm 0.69\%$, indicating a slightly smaller muzzle than the cranial part of the head.

Overall, the breeding work shows a positive dynamic, indicating a sufficiently established genetically related population of the breed that transmits its morphological features of exterior that are specified in the breed standard. Also, considering the analysis of the values obtained in age groups, it is necessary to select animals for breeding to prevent the appearance of dogs with too light a skeleton, increased size, and long legs in the breed, and some points of the current standard need to be revised.

Keywords: dog breed, Odis, linear measurements, body structure index, sexual dimorphism, age

Вступ. У останні десятиліття ідея породистих собак піддається все більшій критиці та аналізу. Існує декілька інституцій, які визначають канони та рамки для всього кінологічного світу. Найбільш впливовішою є Міжнародна кінологічна федерація, яка на сьогоднішній день включає 100 членів та контракт-партнерів по всьому світу (по одному члену на країну). У своєму складі вона має спеціалізовану комісію з питань стандартів порід собак, яка постійно працює над моделлю «ідеального» стандарту та продовжує формувати основні орієнтири для кінологічної спільноти. Перша модель стандарту породи собак була прийнята у 1987 році, а у 2009 році у Відні Рішенням Генерального Комітету Міжнародної кінологічної федерації була скорегована. Після чого в окремі пункти поступово вносились додаткові зміни. Головним аспектом стало Рішення Генерального Комітету в Гельсінкі у жовтні 2013 року, де був оновлений пункт щодо важливих пропорцій тілобудови. Завдяки цьому кінологічна спільнота не має використовувати суб'єктивні терміни, такі як: «компактний», «розтягнутий» чи «квадратний» у документах, а спиратиметься на конкретні числові значення. Це дозволить більш обґрунтовано проводити племінну роботу та планувати селекційну програму тієї чи іншої породи (FCI, 2020, 2025).

Ключовим інструментом для кількісної оцінки поголів'я та вивчення функціональних характеристик тієї чи іншої породи є метод взяття промірів. Sutter et al. (2008) у своїх дослідженнях довели, що показники промірів (висота у холці і крижах, обхват і ширина грудей, висота кінцівки у лікті і т. п.) мають високу повторюваність у межах однієї породи. Чітке визначення точок вимірювання та повторюваність дослідів є критичним для порівняння отриманих даних. Саме це підтверджує їхню надійність як морфометричних показників.

Щодо об'єктивності результатів та важливості методологічної точності також зазначали Söder et al. (2025). Вони досліджували статистичну значущість вимірювань обхвату шиї, грудей та живота у собак. Аналізуючи отримані дані вони дійшли до висновку, що вимірювання обхвату всіх анатомічних місць були достовірними з невеликими похибками. Deabold et al. (2023) підтвердили отримані дані щодо надійності вимірювань на прикладі обхвату п'ястку у здорових тварин. На відміну від них, Smith et al. (2013) відмітили, що вимірювання плеча та стегна у лабрадорів ретриверів мали низьку достовірність. А тому можна зазначити, що відсутність навчання, неправильне визначення точок та інструментів взяття промірів можуть надавати недостовірні дані.

Крім того, метод промірів широко використовується у ветеринарній медицині. Так, наприклад, у собак породи кавалер кінг чарльз спанієль важко передбачити розвиток та прогресування міксоматозної хвороби мітрального клапана. Bagardi et al. (2021) довели, що деякі проміри тіла собак мають кореляційний зв'язок і певними клінічними ознаками хвороби.

Зокрема найцікавішим з отриманих результатів було те, що суб'єкти з більш короткою довжиною тіла і носа мали більшу інтенсивність серцевого шуму. Подібні роботи доводять, що метод промірів слугує не лише для опису екстер'єру, а може бути індикатором для клінічної діагностики.

Поширеність застосування цього підходу демонструють і дослідження з іншими видами свійських тварин. У великої рогатої худоби метод промірів та індексів є невід'ємним інструментом для оцінки екстер'єру та його зв'язку з продуктивністю. Наприклад, у дослідженні автохтонної тяглової худоби Індії було виконано 16 базових вимірювань. Зі 120 фенотипових кореляцій 55 були значущими, з яких 51 – позитивні. Розрахунковий коефіцієнт кореляції коливався від $-0,50$ (довжина тіла і ширина голови) до $0,85$ (обхват грудей і маса тіла). Це дозволило застосувати отримані дані для селекційних програм (Selvan et al., 2023).

Подібні результати наведено й у роботі науковців південно-західної Ефіопії, які аналізували індекси великої рогатої худоби. Автори відзначають, що співвідношення ширини крупу до ширини грудей може вказувати на молочний напрям продуктивності, а глибина грудей – на розвиток дихальної системи (Gelaye et al. 2022).

Велику роль показники індексів відіграють і у конярстві. У дослідженні коней породи Pantanal було визначено ряд параметрів, на основі яких розраховані зоотехнічні індекси. Аналіз отриманих даних показав також вплив статі та віку на аналізовані зміни. Ці індекси застосовуються для визначення типу конституції та передбачення їх функціонального застосування (Luiz et al., 2019; Mcmanus et al., 2008).

Дослідження коней з етнопорід Ефіопії також підтверджують інформативність індексів тіла. Автори розраховали 17 значень, завдяки яким було виявлено статеві та регіональні відмінності, що підкреслюють роль у селекції та адаптації (Guyo et al., 2024).

Такий аналіз інших видів тварин – дозволяє обґрунтувати користь методу промірів у більш широкому контексті. Вони служать важливими інструментами селекції, дозволяють зрозуміти біологічні та господарські особливості, дають змогу спрогнозувати продуктивність, а також клінічний стан. Вищезазначене вказує на те, що аналогічні підходи у собак – особливо щодо пропорцій – є функціонально значущими.

Об'єктом нашого дослідження є національна порода собак Одіс. Це унікальне досягнення української кінології. Одіс – декоративний собака, який поєднує врівноважений характер, міцне здоров'я та привабливу зовнішність. Порода була виведена в Україні і стала невід'ємною частиною національної селекційної роботи. Сьогодні ведеться активна робота з визнання породи Міжнародною кінологічною федерацією, що робить дослідження надзвичайно актуальним (Yehorchenkova, 2025).

У грудні 2008 року ОДІС отримав статус національно визнаної породи. З цього моменту Перша Національна порода України – ОДІС стала повноправним учасником кінологічних виставок. У 2017 році створено Національний Монопородний ОДІС-Клуб на чолі з Президенткою Іриною Бахаревою (Bakharieva, 2020).

Міжнародна кінологічна федерація встановлює чіткі вимоги для визнання нових порід. Заявка на тимчасове міжнародне визнання повинна подаватися національною кінологічною організацією країни походження породи. Необхідно надати дані про здоров'я, поведінку та характер породи, а також попередній стандарт породи, складений однією з офіційних мов FCI (англійською, французькою, німецькою або іспанською) (FCI, 2024). Враховуючи те, що у стандартах породи зазначаються конкретні числові дані щодо промірів і важливих пропорцій, наше дослідження є актуальним та важливим для національної та міжнародної кінологічної спільноти.

Метою нашого дослідження була порівняльна оцінка основних лінійних промірів відповідно до статі та віку собак, аналіз індексів тілобудови, а також відповідність отриманих значень до вимог стандарту породи.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводились на племінному поголів'ї собак, які експонувались на міжнародних виставках собак всіх порід FCI-CACIB «Золоті во-

рота-2025» і «Україна-2025» (м. Київ), САС- всі породи «Біла акація-2025» і «Золотий берег-2025» (м. Одеса), а також собак приватних розплідників ВГО «Кінологічна Спілка України», які використовувались у племінному розведенні протягом попередніх 10 років.

Оцінка екстер'єру проводилась методом промірів та індексів, опрацювання отриманих результатів проводилося за використання біометричних методів (Khmelnychyi et al., 2011). Загальноприйняті у собаководстві індекси (масивності, формату, високоногості, костистості і грудний) дозволяють здійснити порівняльну оцінку тварин незалежно від їх абсолютного розміру. Тому завдяки цьому можна зробити висновок щодо однотипності отриманого поголів'я. Крім того, враховуючи важливі пропорції стандарту також були розраховані індекси довгоголовості та індекс довжини морди, що розраховуються за формулами (Urošević & Drobnjak, 2019; Bussadori et al., 2018):

1. Індекс довгоголовості – один з пропорційних індексів, відображає співвідношення черепної частини до загальних розмірів тіла і визначається за формулою 1:

$$\text{Індекс довгоголовості} = \frac{\text{Довжина голови}}{\text{Висота в холці}} \times 100\% \quad (1)$$

2. Індекс довжини морди характеризує тип конституції черепа, використовується для стандартизації екстер'єру та розраховується за формулою 2:

$$\text{Індекс довжини морди} = \frac{\text{Довжина морди}}{\text{Довжина голови}} \times 100\% \quad (2)$$

Різницю між середньоарифметичними показниками статистичних даних досліджуваних груп, що порівнювалися між собою, позначали D_m .

Статистична обробка даних проводилась за допомогою програмного забезпечення фірми "Microsoft" (операційна система "Windows-10", електронні таблиці "Excel"), за використання формул, що наведені в посібнику Ladyka et al. (2023).

Результати досліджень. У результаті виконаних досліджень було взято проміри у 29 собак, які є племінним ядром поголів'я на цей час та на думку кінологів, що працюють з собаками цієї породи. Всі досліджувані тварини є типовими представниками породи Одіс.

Відповідно до стандарту породи пси дещо більші, ніж суки. А тому розраховано не лише загальні значення по породі, але й окремо за статтю. Піддослідна група розподілена за статевим диморфізмом у відсотковому відношенні 38% псів до 62% сук, що проілюстровано діаграмою (рис. 1).

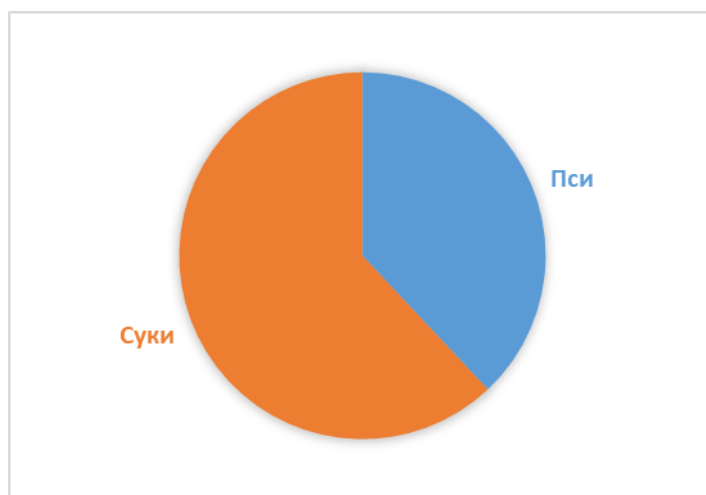


Рис. 1. Співвідношення псів та сук у загальній вибірці, %

Стандарт породи визначає деякі відмінності між тілобудовою псів та сук (UKU, 2018). Так, наприклад, зазначено, що ідеальна висота в холці для псів – 37 см (з допустимим відхиленням ± 2 см) та сук – 35 см з таким самим допуском. Отримані дані щодо промірів представлені в таблиці 1.

1. Статевий диморфізм лінійних промірів племінного поголів'я собак породи Одіс Кінологічної Спілки України, см

№ з/п	Промір	Все поголів'я, n = 29		Пси, n = 11		Суки, n = 18	
		M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
1.	Висота в холці	36,60 ± 0,58	8,48	38,73 ± 0,40	3,38	35,31 ± 0,75***	9,02
2.	Висота в крижах	35,07 ± 0,50	7,72	36,73 ± 0,37	3,30	34,06 ± 0,68**	8,48
3.	Коса довжина тулубу	40,26 ± 0,60	8,03	42,64 ± 0,65	5,06	38,81 ± 0,69***	7,54
4.	Висота у лікті	18,60 ± 0,35	10,12	19,91 ± 0,37	6,13	17,81 ± 0,42***	10,02
5.	Глибина грудей	17,45 ± 0,37	11,50	18,77 ± 0,57	9,99	16,64 ± 0,39**	9,93
6.	Обхват грудей	43,29 ± 0,69	8,63	47,05 ± 0,54	3,79	41,00 ± 0,60***	6,19
7.	Ширина грудей спереду	12,14 ± 0,29	12,83	13,27 ± 0,51	12,65	11,44 ± 0,24**	8,72
8.	Обхват п'ястка	8,38 ± 0,29	18,71	10,05 ± 0,33	11,01	7,36 ± 0,16***	8,96
9.	Довжина голови	15,86 ± 0,23	7,67	16,82 ± 0,42	8,23	15,28 ± 0,14**	3,92
10.	Довжина морди	6,84 ± 0,16	12,82	7,36 ± 0,26	11,80	6,53 ± 0,17*	11,29
11.	Ширина голови у вилицях	9,76 ± 0,20	10,84	10,36 ± 0,41	13,14	9,39 ± 0,14*	6,47

Примітка: * – $P \geq 0,95$, ** – $P \geq 0,99$, *** – $P \geq 0,999$ – вірогідність різниці між псами і суками

З отриманих даних можна зробити висновки, що висота в холці у псів та сук ($38,73 \pm 0,40$ см і $35,31 \pm 0,75$ см відповідно) знаходяться у допустимих межах стандарту, а невеликий коефіцієнт варіації свідчить про однотипність собак вибірки. Також необхідно відмітити, що за всіма показниками пси мали статистично вірогідно ($P \geq 0,95-0,999$) більші показники промірів порівняно до сук, що вказує на яскраво виражений статевий диморфізм в породі.

Аналізуючи коефіцієнти варіації, виявлено підвищення значення у загальній вибірці за такими промірами, як глибина та ширина грудей спереду, довжина морди та ширина голови у вилицях. Саме за цими показниками найбільше прослідковується статевий диморфізм серед досліджуваного поголів'я.

Найбільше значення коефіцієнт варіації має у розрахунках середнього арифметичного значення обхвату п'ястка. Враховуючи значення за статтю, можна зробити висновок, що у псів прослідковується тенденція до більш масивної тілобудови.

Проведений аналіз підтвердив, що у псів показники довжини та ширини голови мають вищі параметри відносно показників у сук (довжина голови $D_M = 1,54$ см при $P \geq 0,99$; ширина голови у вилицях $D_M = 0,97$ см, $P \geq 0,95$). Це обумовлює більш масивну і пропорційно виражену будову голови, характерна особливість будови якої завжди зазначається у стандартах порід.

Отже, результати свідчать про те, що у загальній вибірці чітко прослідковується статевий диморфізм.

Для більш детального аналізу були розраховані зоотехнічні індекси тілобудови. Повертаючись до вимог, зазначених в стандарті породи, ми зробили акценти на індексах, числові значення яких представлені у таблиці 2.

2. Індекси тілобудови дослідженого поголів'я собак породи Одіс, %

№ з/п	Індекс	Все поголів'я, n = 29		Пси, n = 11		Суки, n = 18	
		M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
1.	Формату	110,12 ± 0,79	3,84	110,07 ± 0,99	2,97	110,15 ± 1,14	4,37
2.	Високоногості	50,81 ± 0,46	4,89	51,43 ± 0,92	5,93	50,43 ± 0,49	4,11
3.	Масивності	118,46 ± 1,19	5,43	121,51 ± 1,04	2,84	116,60 ± 1,69*	6,15
4.	Костистості	22,87 ± 0,65	15,29	25,93 ± 0,79	10,15	21,01 ± 0,59***	11,99
5.	Грудний	47,69 ± 0,72	8,12	48,44 ± 1,29	8,82	47,24 ± 0,86	7,75
6.	Довжини морди	43,08 ± 0,69	8,58	43,76 ± 1,10	8,33	42,66 ± 0,89	8,83
7.	Довгоголовості	43,51 ± 0,65	8,03	43,42 ± 0,94	7,19	43,57 ± 0,89	8,70

Примітка: * – $P \geq 0,95$, *** – $P \geq 0,999$ – вірогідність різниці між псами і суками

Індекс формату показує співвідношення косої довжини тулуба до висоти в холці та має бути в межах 110–112%, при чому суки можуть бути трохи довші за псів. Отримані дані підтверджують відповідність стандарту породи (середнє значення по поголів'ю $110,12 \pm 0,79$ із невеликим коефіцієнтом варіації у 3,84%). Проте, говорити про статевий диморфізм за цим показником ми не можемо, так як різниця між цими значеннями статистично не вірогідна.

Висота у лікті має становити приблизно $\frac{1}{2}$ від висоти в холці. Провівши математичні розрахунки бачимо, що отримані результати знаходяться в зазначених межах, у відсотковому співвідношенні це $50,81 \pm 0,46\%$ ($C_v = 4,89\%$, що свідчить про однотипність тварин).

За стандартом породи довжина голови має складати біля 40% від висоти в холці. Отримані результати дещо більші ($43,51 \pm 0,65\%$), проте враховуючи, що це декоративна порода і має невеликий розмір, незначне подовження морди у співвідношенні до висоти у холці дає більший відсоток порівняно до аналогічного відхилення у великих порід.

Найбільшою розбіжністю із стандартом породи характеризувалося співвідношення довжини морди до загальної довжини голови. Зазначається, що вона має становити $\frac{1}{2}$, проте відповідний індекс був $43,08 \pm 0,69\%$. Якщо візуально оцінювати собак, то неозброєним оком видно, що морда є трохи меншою порівняно до черепної частини голови. Тому, враховуючи екстер'єр голови сучасного племінного поголів'я, і зважаючи на те, що порода знаходиться ще у стані формування, доцільним є ввести зміни до стандарту породи щодо формування пропорцій голови.

Крім того, у собаківництві для порівняння розвитку собак однієї породи звичайно розраховують наступні індекси: масивності – відображає загальний розвиток тулуба, костистості – міцність скелета та грудний – ступінь глибини грудної клітини. І хоча в чинному стандарті Одисів ці індекси не регламентовані, вони залишаються інформативними для племінної роботи. Зазначимо, що статистично вірогідною була різниця середнього арифметичного показника промірів між групами псів та сук тільки за оцінкою індексу масивності ($D_M = 4,91\%$, $P \geq 0,95$) та костистості ($D_M = 4,92\%$, $P \geq 0,999$). Отримані результати узгоджуються з вищезазначеними промірами і додатково підтверджують, що пси мають більш виражені ознаки, пов'язані з розмірами та міцністю статури.

Наступним етапом досліджень став аналіз промірів відповідно до вікових груп. Враховуючи те, що для затвердження стандарту породи на міжнародному рівні необхідно представити поголів'я, що отримане за останні п'ять років, нами було прийнято рішення розподілити собак за віком до 5 років та відповідно старше зазначеного віку. Для кращого сприйняття вибірка відповідно до віку зазначена на рисунку 2.

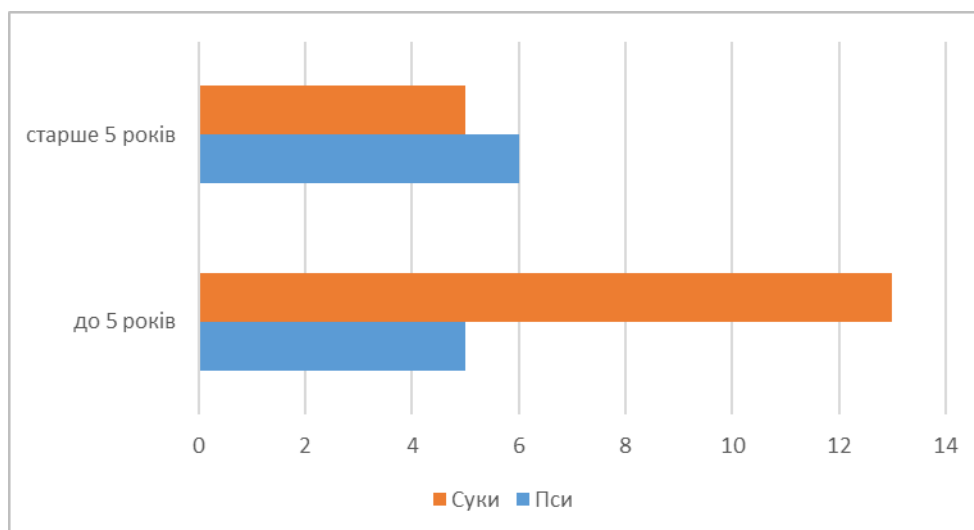


Рис. 2. Співвідношення псів і сук у вибірці відносно вікових груп, гол.

Завдяки отриманим даним можна прослідкувати тенденцію щодо вектору руху селекційної роботи та можливості її корегування. Отримані результати, що зображені в таблиці 3, свідчать про відносну стабільність морфологічних ознак у популяції незалежно від віку. Це вказує на достатньо сформоване у спадковому відношенні поголів'я породи, яке передає свої морфологічні ознаки екстер'єру, що зазначені у стандарті породи. Проте необхідно відмітити деякі зміни, що потребують особливої уваги при оцінці племінного поголів'я та відборі потенційних племінних пар.

Так, ми бачимо, що у псів в середньому трохи збільшилась висота у холці ($39,10 \pm 0,78$ см порівняно до $38,42 \pm 0,35$ см). Різниця ще не вірогідна, але показник вже знаходиться на крайній межі росту у холці для псів, яка зазначена у стандарті. Також необхідно відмітити, що статистично вірогідними були різниця показника висоти кінцівки у лікті ($D_M = 1,63$ см, $P \geq 0,95$) та ширини грудей спереду ($D_M = 2,43$ см, $P \geq 0,99$) у псів різного віку, що показує тенденцію до збільшення розмірів псів. На що обов'язково необхідно звертати увагу, враховуючи, що порода позиціонується як декоративна

Результати аналізу індексів тілобудови у тварин досліджуваних груп (табл. 4), згрупованих за віком, показали, що різниця між значеннями індексів формату, довжини морди, високоногості та довгоголовості наявна, проте не є статистично вірогідною ($P < 0,95$). Отже, це свідчить про відносну стабільність показників екстер'єру незалежно від віку тварин.

Статистично значущим була різниця між віковими групами за показником індексу костистості, яка становила по всьому поголів'ю $2,91\%$ ($P \geq 0,95$), а у псів – $3,5\%$ ($P \geq 0,95$). Тобто собаки старше 5 років були більш костистими і з міцним скелетом.

Ідентична ситуація з отриманою різницею оцінки індексу масивності, де старші собаки є більш масивними у порівнянні з молодшими, як у загальній вибірці ($D_M = 5,27\%$, $P \geq 0,95$), так і у групі псів ($D_M = 4,32\%$, $P \geq 0,95$). Це свідчить про те, що простежується тенденція до відбору собак з більш сухим типом конституції.

Подібні риси свідчать про формування екстер'єру, який притаманний декоративним породам. А враховуючи те, що Одіс планується до реєстрації у 9 групі Міжнародної кінологічної федерації (той-породи та собаки-компанйони), то можна відзначити, що селекційна робота має позитивну динаміку.

Проте слід зазначити, що деякі отримані результати, такі як індекс довжини морди, потребують більш детального доопрацювання і внесення змін до існуючого стандарту. Також при відборі тварин до племінного розведення необхідно приділити особливу увагу такій ознаці, як висота в холці, для запобігання появі у породі тварин збільшених розмірів та занадто високоногих з легким кістяком.

Висновки. Результати досліджень підтверджують, що в цілому селекційна робота проводиться за правильним напрямком. Про це свідчать отримані дані лінійних промірів, які у більшості випадків відповідають чинному стандарту породи.

Проте слід звернути увагу, на ряд показників, різниця за якими у порівняльних вікових групах наразі не є статистично достовірною, але вже прослідковується тенденція до змін. Яскравим прикладом є показник висоти в холці, значення промірів за яким у молодих псів має невелике, але збільшення. Тому якщо говорити про перспективи розвитку породи, на це треба звернути особливу увагу. Це ж саме стосується і індексу високоногості, так як при не правильному плані племінної роботи, ми можемо отримати високоногих собак із занадто легким кістяком. Встановлена невідповідність індексу довжини голови вказує на необхідність оновлення відповідного пункту діючого стандарту породи Одіс.

Отримані результати щодо оцінки екстер'єру собак породи Одіс потрібно враховувати при розробці плану в'язок на наступні роки.

3. Мінливість лінійних промірів племінного поголів'я собак породи Одіс Кінологічної Спілки України, см

№ з/п	Промір	Все поголів'я				Пси				Суки			
		до 5 років, n = 18		старше 5 років, n = 11		до 5 років, n = 5		старше 5 років, n = 6		до 5 років, n=13		старше 5 років, n = 5	
		M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
1.	Висота в холці	36,81 ± 0,70	8,06	36,27 ± 1,04	9,48	39,10 ± 0,78	4,47	38,42 ± 0,35	2,24	35,30 ± 1,04	10,63	33,70 ± 1,64	10,88
2.	Висота в крижах	35,14 ± 0,63	7,64	34,95 ± 0,87	8,23	36,80 ± 0,73	4,47	36,67 ± 0,36	2,39	33,90 ± 0,88	9,35	32,90 ± 1,42	9,64
3.	Коса довжина тулубу	40,31 ± 0,78	8,21	40,18 ± 0,98	8,11	43,20 ± 1,39	7,21	42,17 ± 0,40	2,33	38,90 ± 1,06	9,85	37,80 ± 1,57	9,29
4.	Висота ноги у лікті	18,86 ± 0,46	10,40	18,18 ± 0,53	9,63	20,80 ± 0,49	5,27	19,17 ± 0,31*	3,93	17,50 ± 0,46	9,48	17,00 ± 0,87	11,39
5.	Глибина грудей	17,00 ± 0,47	11,68	18,18 ± 0,57	10,46	18,00 ± 1,14	14,16	19,42 ± 0,35	4,44	16,80 ± 0,42	9,08	16,70 ± 0,78	10,50
6.	Обхват грудей	42,81 ± 0,84	8,35	44,09 ± 1,22	9,14	46,60 ± 1,20	5,75	47,42 ± 0,20	1,04	41,80 ± 0,72	6,19	40,10 ± 0,87	4,86
7.	Ширина грудей спереду	12,36 ± 0,43	14,80	11,77 ± 0,28	7,91	14,60 ± 0,56	8,53	12,17 ± 0,44**	8,88	11,60 ± 0,25	7,71	11,30 ± 0,20	3,96
8.	Обхват п'ястка	8,00 ± 0,29	15,61	9,00 ± 0,57	20,93	9,40 ± 0,58	13,77	10,58 ± 0,24	5,52	7,40 ± 0,18	8,81	7,10 ± 0,19	5,89
9.	Довжина голови	15,64 ± 0,29	7,74	16,23 ± 0,36	7,34	16,60 ± 0,81	10,94	17,00 ± 0,43	6,17	15,10 ± 0,15	3,63	15,30 ± 0,20	2,92
10.	Довжина морди	6,75 ± 0,22	13,97	7,00 ± 0,23	11,07	7,10 ± 0,56	17,54	7,58 ± 0,15	4,96	6,60 ± 0,25	13,55	6,30 ± 0,20	7,10
11.	Ширина голови у вилицях	9,83 ± 0,19	8,18	9,64 ± 0,43	14,69	10,60 ± 0,29	6,15	10,17 ± 0,74	17,78	9,40 ± 0,23	8,74	9,00 ± 0,00	0,00

Примітка: * – $P \geq 0,95$, ** – $P \geq 0,99$, *** – $P \geq 0,999$ – вірогідність різниці між віковими групами

4. Динаміка індексів тілобудови собак породи Одіс залежно від віку та статі, %

№ з/п	Індекс	Все поголів'я				Пси				Суки			
		до 5 років, n = 18		старше 5 років, n = 11		до 5 років, n = 5		старше 5 років, n = 6		до 5 років, n = 13		старше 5 років, n = 5	
		M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
1.	Формату	109,33 ± 1,15	4,45	110,95 ± 0,88	2,62	110,42 ± 2,06	4,16	109,78 ± 0,84	1,87	109,30 ± 1,42	4,69	112,35 ± 1,51	3,00
2.	Високоногості	51,22 ± 0,71	5,88	50,13 ± 0,31	2,03	53,28 ± 1,63	6,86	49,88 ± 0,52	2,55	50,43 ± 0,68	4,84	50,43 ± 0,27	1,21
3.	Масивності	116,46 ± 1,47	5,35	121,73 ± 1,67*	4,54	119,15 ± 1,34	2,52	123,47 ± 1,03*	2,05	115,42 ± 1,92	6,00	119,64 ± 3,42	6,39
4.	Костистості	21,77 ± 0,69	13,52	24,68 ± 1,12*	15,01	24,00 ± 1,23	11,48	27,53 ± 0,40*	3,57	20,91 ± 0,73	12,51	21,26 ± 1,12	11,82
5.	Грудний	46,22 ± 0,97	8,87	50,11 ± 0,53**	3,53	45,90 ± 2,19	10,69	50,56 ± 0,95	4,60	46,34 ± 1,10	8,55	49,57 ± 0,27*	1,23
6.	Довжини морди	43,09 ± 1,03	10,11	43,06 ± 0,74	5,68	42,69 ± 2,32	12,15	44,66 ± 0,70	3,84	43,24 ± 1,17	9,76	41,14 ± 0,75	4,09
7.	Довгоголовості	42,65 ± 0,83	8,21	44,93 ± 0,95	6,99	42,44 ± 1,85	9,75	44,23 ± 0,82	4,57	42,73 ± 0,95	7,98	45,76 ± 1,89	9,25

Примітка: * – $P \geq 0,95$, ** – $P \geq 0,99$, *** – $P \geq 0,999$ – вірогідність різниці між віковими групами

REFERENCES

- Bagardi, M., Saura, M., Poggi, M., Vignoli, M., Stefani, A., Monzani, E., & Bussadori, C. (2021). Influence of morphometry on echocardiographic measurements in Cavalier King Charles spaniels: An inverse probability weighting analysis. *Veterinary Sciences*, 8(10), 205. <https://doi.org/10.3390/vetsci8100205>
- Bakharieva, I. (2020). Odis – ukrainska natsionalna poroda sobak [Odis – Ukrainian national dog breed]. *Club Dogs*, 1, 194–204. [In Ukrainian]
- Bussadori, C. M., Newton, H., Reeve, H., & Poulson, L. (2018). Morphogenesis of Canine Chiari Malformation and Secondary Syringomyelia: A Study of Craniofacial Morphometry Using CT Imaging. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 171. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00171>
- Deabold, K., Harriz, J., Madeiros, B., Davies, W., Shmalberg, J., & Miscioscia, E. (2023). Inter- and intra-observer reliability of thoracic limb circumference measurement methods in sound dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1172033. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1172033>
- Fédération Cynologique Internationale. (2020). *FCI model standart*. <https://www.fci.be/medias/FCI-REG-RGT-STA-MOD-ANN-006-en-12533.docx>
- Fédération Cynologique Internationale. (2024). *FCI regulations for the recognition of new breeds*. <https://www.fci.be/medias/FCI-REG-RGT-PNR-ANN-005-en-10686.pdf>
- Fédération Cynologique Internationale. (2025). *Presentation of our organization*. <https://www.fci.be/en/Presentation-of-our-organisation-4.html>
- Gelaye, G., Baye, M., Masho, W., Begna, R., & Admasu, Z. (2022). Morphometric traits and structural indices of indigenous cattle reared in Bench Sheko zone, southwestern Ethiopia. *Heliyon*, 8(8), e10188. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10188>
- Guyo, M., Tareke, M., Tonamo, A., Bediye, D., & Defar, G. (2024). Evaluations of morphometric traits and body conformation indices of horse ecotypes reared in the highlands of Bale Eco-Region, Ethiopia. *Veterinary Medicine and Science*, 10(6), e70114. <https://doi.org/10.1002/vms3.70114>
- Khmelnichiy, L. M., Suprun, I. O., & Salohub, A. M. (2011). *Osnovy henetyky tvaryn z biometriieiu* [Fundamentals of Animal Genetics with Biometrics]. Vyd-vo PP Vinnychenko M. D., FOP Domenko V. V. [In Ukrainian].
- Ladyka, V. I., Khmelnichiy, L. M., & Povod, M. G. (2023). *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnystva: pidruchnyk dlia aspirantiv* [Technology of production and processing of livestock products: a textbook for graduate students]. Oldi+. [In Ukrainian].
- Luiz, M. A., Senna, D., Padilha, F. G. F., Nogueira, W. A., Fonseca, A. B., & de Mello, M. F. V. (2019). Morphometric measurements and zootechnical indices of the Pantanal in race horses of different ages and gender. *Tropical Animal Health and Production*, 51(8), 2145–2151. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01910-5>
- McManus, C. M., Santos, S. A., da Silva, J. A., Louvandini, H., Abreu, U. G. P., Sereno, J. R. B., & Mariate, A. S. (2008). Body indices for the Pantaneiro horse. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 45(5), 362–370.
- Selvan, A. S., Thangaraj, S., Dash, S., Karthikeyan, A., & Karthickeyan, S. M. K. (2023). Multivariate analysis of morphometric traits of Malaimadu cattle–Autchthonous draft cattle of south India. *Tropical Animal Health and Production*, 55, 369. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03790-2>
- Smith, T. J., Baltzer, W. I., Jelinski, S. E., & Salinardi, B. J. (2013). Inter- and intratester reliability of anthropometric assessment of limb circumference in Labrador Retrievers. *Veterinary Surgery*, 42(3), 316–321. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.01102.x>
- Söder, J., Ehnberg, L., Löfberg, E., Höglund, K., & Bergh, A. (2025). Intra- and inter-observer reliability of girth measurements of the neck, chest, and abdomen in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1546951. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1546951>

- Sutter, N. B., Mosher, D. S., Gray, M. M., & Ostrander, E. A. (2008). Morphometrics within dog breeds are highly reproducible and dispute Rensch's rule. *Mammalian Genome*, 19(10–12), 713–723. <https://doi.org/10.1007/s00335-008-9153-6>
- Ukrainian Kennel Union. (2018). *Odis breed standard*. https://uku.com.ua/standard/standard_ua.html
- Urošević, M., & Drobnjak, D. (2019). Basic morphometric parameters of the Macedonian Shepherd Dog (Karaman): Body format index, head length index, skull length index, muzzle length index. *Multidisciplinary Research Journal*, 5(12), 1–12.
- Yehorchenkova, S. (2025). Formation and prospects for international recognition of the national dog breed Odis. *Aktualni problemy tvarynnytstva ta innovatsiini shliakhy yikh vyrishennia v suchasnykh umovakh* [Proceedings of the All-Ukrainian scientific-practical conference of scientists, lecturers and postgraduate students, April 22–23, 2025] (с. 200–203). Kharkiv.

Одержано редколегією 01.08.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.2.033.064.082:591.5

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.07>

ПОВЕДІНКА ТЕЛЯТ ПОРОДИ ЛІМУЗИН УГОРСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ У ПЕРШІ ГОДИНИ ЖИТТЯ ЯК ЧИННИК ЇХ ПОДАЛЬШОГО РОСТУ Й РОЗВИТКУ

М. П. ЗЕЛІНКА¹, Є. І. ФЕДОРОВИЧ², Н. П. МАЗУР³¹Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)²Інститут біології тварин НААН (Львів, Україна)³Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (Львів, Україна)<https://orcid.org/0009-0002-0536-405X> – М. П. Зелінка<https://orcid.org/0000-0002-9910-7902> – Є. І. Федорович<https://orcid.org/0000-0001-6244-713X> – Н. П. Мазур

nataliya.mazur1983@gmail.com

Поведінка телят, пов'язана із ссанням у перші години після народження, є критично важливою для засвоєння молозива, формування імунітету та подальшого росту, що безпосередньо впливає на їхню продуктивність у майбутньому. Метою наших досліджень було дослідити зв'язок між особливостями поведінки ссання телят в перші дві години життя та показниками їх росту й розвитку в подальшому з урахуванням віку корів-матерів та часу доби народження. Дослідження проведені на бугайцях породи лімузин у ТзОВ «Львівське» Львівської області. Встановлено, що телята, народжені в обідню пору доби від корів-первісток, були децю слабшими порівняно із ровесниками, народженими зранку і ввечері від старших матерів. У них початок ссання відбувався значно пізніше, тривалість ссання була коротшою, а кількість ссань у перші дві години життя і частота смоктальних рухів за перші 30 секунд були меншими. Серед досліджуваних показників поведінки телят, пов'язаної із ссанням, вік матері впливав лише на його початок ($P < 0,001$).

Телята, які народжувалися в обідню пору доби, характеризувалися здебільшого нижчою живою масою порівняно з ровесниками, народженими вранці та ввечері, впродовж всього періоду вирощування. Крім того, в більшості випадків спостерігалася достовірна ($P < 0,05-0,001$) залежність живої маси у всі вікові періоди від віку матерів. Від корів з першим отеленням, як правило, одержували менших за живою масою телят, порівняно із тваринами, одержаними від старших корів. У подальші вікові періоди ці тварини характеризувалися також нижчою інтенсивністю росту.

Ключові слова: порода лімузин, телята, поведінка ссання, ріст і розвиток

BEHAVIOUR OF LIMOUSIN CALVES IN THE FIRST HOURS OF LIFE AS A FACTOR IN THEIR FURTHER GROWTH AND DEVELOPMENT

M. P. Zelinka¹, Ye. I. Fedorovych², N. P. Mazur³,¹Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V. Zubets NAAS (Chubynske, Ukraine)²Institute of Animal Biology NAAS (Lviv, Ukraine)³Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies (Lviv, Ukraine)

The behaviour of calves related to suckling in the first hours after birth is critically important for colostrum absorption, immunity formation and further growth, which directly affects their future productivity. The aim of our research was to study the relationship between the characteristics of calves' suckling behaviour in the first two hours of life and their growth and development indicators in the future, taking into account the age of the mother cows and the time of day of birth. The research was conducted on Limousin bull calves at TzOV 'Lvivske' in the Lviv region. It was found

that the behaviour of calves in the first two hours of life depended on the time of day of their birth and the age of their mother. Calves born at noon to first-calf heifers were slightly weaker than their peers born in the morning and evening to older mothers. They began suckling much later, suckling for a shorter period of time, and were observed to suckle less frequently during the first two hours and with a lower frequency of suckling movements during the first 30 seconds. Among the studied indicators of calf behaviour related to suckling, the age of the mother only influenced the onset of suckling ($P < 0.001$).

Calves born at noon were characterised by a lower live weight compared to their peers born in the morning and evening throughout the entire rearing period. In addition, in most cases, there was a significant ($P < 0.05$ – 0.001) dependence of live weight at all ages on the age of the mothers. Cows with their first calving usually produced calves with lower live weight compared to animals obtained from older cows. In subsequent age periods, these animals were also characterised by lower growth intensity.

Keywords: Limousin breed, calves, suckling behaviour, growth and development

Вступ. Однією з ключових умов успішного вирощування молодняку великої рогатої худоби є оптимальний початок постнатального періоду їх росту й розвитку. У перші години після народження відбуваються критичні фізіологічні та поведінкові зміни, зокрема становлення смоктального рефлексу, адаптація до зовнішнього середовища, формування зв'язку між телям і матір'ю. Найважливішими показниками цього періоду є початок ссання, тривалість першого ссання та інтенсивність смоктальних рухів, які визначають якість споживання молозива, що, в свою чергу, прямо впливає на імунний статус, темпи росту та життєздатність тварини (Hogan et. al, 2022).

Дослідженнями встановлено, що затримка початку ссання більше, ніж на 2 години значно підвищує ризик неонатальних захворювань, в тому числі смертності, та знижує ефективність пасивного імунітету. Натомість швидке і якісне ссання забезпечує своєчасне надходження молозива, підтримку терморегуляції та активізацію обмінних процесів (Bunter et al., 2014; Riberio et al., 2007; Larson et al., 2005).

Особливості поведінки телят після народження залежать не лише від їхнього індивідуального стану, але й від ряду інших селекційних чинників, зокрема породи, походження, віку матері тощо. Встановлено, що серед усіх чинників, які впливають на живу масу телят при відлученні лише 2–7% належить відмінностям в неонатальній поведінці при ссанні (Kovács et al., 2006). Vandenheede et al. (2001) дослідили, що первістки годують телят частіше, ніж старші корови, а від останніх народжуються життєздатніший молодняк. Згідно з дослідженнями Lidfors et al. (2001), пари телят і корів проводили більше часу разом, якщо теля було жіночої статі і якщо його маса при відлученні була меншою. Paranhos da Costa et al. (2006) встановили, що телята ссали в будь-який час впродовж світлового дня, і загальні середні значення кількості годувань на день (12 год.) становили 2,57; тривалість кожного годування – 9,25 хв. і загальна тривалість годувань – 23,76 хв. Порода матері впливала на кількість годувань і тривалість кожного годування. Бугайці мали в середньому вищі показники кількості годувань на 2,6 та загальної їх тривалості на 25,05 хв. порівняно з теличками.

Однак, досі недостатньо вивчено, як саме окремі параметри неонатальної поведінки пов'язані з показниками росту й розвитку у більш пізні вікові періоди. Особливо це стосується м'ясних порід, таких як лімузин, у яких поведінка телят є вирішальною з точки зору природного вигодовування.

Мета роботи – дослідити зв'язок між особливостями поведінки ссання телят лімузинської породи в перші дві години життя та показниками їх росту й розвитку в подальшому з урахуванням віку корів-матерів та часу доби народження.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в умовах ТзОВ «Львівське» Львівської області, що спеціалізуються на вирощуванні великої рогатої худоби породи лімузин. До вибірки залучено 45 новонароджених бугайців. Було сформовано по 3 групи те-

лят задежно від віку матерів в отеленнях (перше, друге, третє і старше) та часу доби народження (ранок, обід і вечір). У кожній групі було по 5 голів.

Тварин утримували в однакових умовах годівлі, догляду та ветеринарного забезпечення, що дозволило мінімізувати вплив зовнішніх факторів. Усі телята були одержані від корів з фізіологічно нормальним перебігом отелень без ускладнень.

За допомогою відеокамер спостереження, встановлених у родильному відділенні, впродовж перших двох годин після народження телят здійснювалося безперервне спостереження за кожним телям за такими ознаками: час початку ссання (від моменту народження до першого прикладання до вимені, хв.), кількість ссань (кількість завершених актів ссання за 2 години), загальна тривалість ссання (сума часу активного смоктання, хв.), частота смоктальних рухів (кількість смоктальних рухів за 30 с.)

Спостереження проводили з фіксацією пори доби отелення: ранок (06:00–12:00 год.), обід (12:00–18:00 год.) та вечір (18:00–00:00 год.).

Показники росту й розвитку вивчали за живою масою телят у такі вікові періоди: при народженні (на першу добу життя), у віці 210 діб (при відлученні), у віці 12 та 18 місяців.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel. Ступінь міжгрупової диференціації оцінювали шляхом порівняння групових середніх арифметичних величин за кожною досліджуваною ознакою. Достовірність (вірогідність) різниці між груповими середніми оцінювали за критерієм достовірності Стюдента (t) (Petrovska et al., 2022). Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при $P < 0,05$ (* або ⁰), $P < 0,01$ (** або ⁰⁰), $P < 0,001$ (***) або ⁰⁰⁰

Результати досліджень. Початок ссання новонародженого теляти є критично важливим етапом у формуванні його подальшого здоров'я, виживаності та продуктивності. Цей процес має як біологічне, так і поведінкове значення, оскільки активізує життєво необхідні функції організму теляти. Перші 1–2 години після народження – це "золоте вікно", коли шлунково-кишковий тракт теляти максимально сприйнятливий до імуноглобулінів молозива. Затримка початку ссання веде до зниження ефективності пасивної імунізації. Доведено, що телята, які ссуть у перші 30–60 хвилин після народження, отримують у 2–3 рази більше антитіл, ніж ті, хто почав ссання пізніше 4 годин (Hogan et. al, 2022).

Встановлено, що початок ссання у перші дві години життя телят залежав від пори доби народження та віку матері (табл. 1). Зокрема, телята, народжені від первісток та в обідню пору, починали ссати вим'я матері дещо пізніше, ніж ті, що народилися від старших корів та в ранковий і вечірній час. Початок ссання у телят, одержаних від нетелей, які отелилися у період з 12.00 до 18.00 год., відбувався пізніше на 3,4 хв. ($P < 0,01$) порівняно із ровесниками, одержаними в ранковий час та на 3,0 хв. ($P < 0,01$) – одержаними у вечірній час. Телята, матерями яких були корови з другим і третім отеленнями і які народилися в обідню пору, також починали ссання дещо пізніше порівняно із тваринами, народженими у ранковий та вечірній час – на 3,00 ($P < 0,001$) та 2,2 хв. ($P < 0,01$) і на 2,0 ($P < 0,01$) та 1,8 хв. ($P < 0,05$) відповідно.

Встановлено більш виражену залежність початку ссання новонароджених бугайців від віку їх матерів. Найпізніше починали ссати телята, народжені від первісток, не залежно від того, у яку пору доби відбувалися отелення. «Ранішні» телята, матерями яких були корови з першим отеленням, пізніше розпочинали ссання на 4,6 та 6,6 хв. порівняно із тваринами одержаними від корів з другим та третім отеленнями, «обідні» телята – на 4,2 та 7,2 хв. і «вечірні» телята – на 3,4 та 6,0 хв. за високовірогідної ($P < 0,0010$) різниці у всіх випадках. Найшвидше починали ссати тварини, одержані від корів з третім і старше отеленнями.

Тривалість ссання телят у перші дві години після народження має суттєвий вплив, насамперед, на імунологічну захищеність та адаптацію до життя поза утробою матері та потенціал подальшого росту. Зоотехнічні заходи мають бути спрямовані на створення умов, які забезпечать тривале та ефективне ссання теляти в ранній постнатальний період. Тривалість ссання часто залежить від поведінки матері. Корова, що проявляє виражений материнський

інстинкт, дозволяє теляті довше перебувати біля вимені. Чим довше триває ссання, тим більший об'єм молозива теля отримує природним шляхом. За перші 1–2 години теля може випити до 4–6% маси тіла у вигляді молозива, що є критичним для забезпечення достатнього рівня імуноглобулінів класу G (IgG) (Hogan et. al, 2022).

1. Показники поведінки новонароджених телят, пов'язаної із ссанням, $M \pm m$ ($n = 45$)

Ознака поведінки	Вік матері, отелення	Час доби народження телят		
		ранок	обід	вечір
Початок ссання	I	$34,8 \pm 0,37^{**}$	$37,4 \pm 0,51$	$34,4 \pm 0,51^{**}$
	II	$30,2 \pm 0,37^{***000}$	$33,2 \pm 0,39^{000}$	$31,0 \pm 0,32^{***000}$
	III і старше	$28,2 \pm 0,21^{**000}$	$30,2 \pm 0,44^{000}$	$28,4 \pm 0,56^{000}$
Тривалість ссання, хв.	I	$3,4 \pm 0,24$	$3,4 \pm 0,21$	$3,4 \pm 0,30$
	II	$4,6 \pm 0,28^{00}$	$4,4 \pm 0,32^{00}$	$4,6 \pm 0,29^{00}$
	III і старше	$4,6 \pm 0,18^{00}$	$4,6 \pm 0,38^{00}$	$4,6 \pm 0,27^{00}$
Кількість ссань в перші 2 год.	I	$2,6 \pm 0,25$	$2,8 \pm 0,21$	$2,6 \pm 0,23$
	II	$3,4 \pm 0,20^0$	$3,2 \pm 0,28$	$3,4 \pm 0,36$
	III і старше	$3,4 \pm 0,16^0$	$3,4 \pm 0,19$	$3,4 \pm 0,24^0$
Загальна тривалість ссань, хв.	I	$9,0 \pm 0,45$	$9,0 \pm 0,55$	$9,0 \pm 0,47$
	II	$11,0 \pm 0,41^{00}$	$10,4 \pm 0,51$	$11,0 \pm 0,36^0$
	III і старше	$10,6 \pm 0,50^0$	$11,0 \pm 0,44^0$	$11,0 \pm 0,48^{00}$
Частота смоктальних рухів за перші 30 с.	I	$32,6 \pm 0,51$	$31,8 \pm 0,58$	$32,0 \pm 0,71$
	II	$34,2 \pm 0,37^0$	$33,2 \pm 0,37$	$33,4 \pm 0,51$
	III і старше	$34,2 \pm 0,46^0$	$34,4 \pm 0,27^{00}$	$34,0 \pm 0,48^0$

Примітка: 1. У цій і наступних таблицях * – достовірність різниці між ознаками телят, народженими в різні пори доби, ⁰ – між групами телят, народженими від матерів різного віку.

2. Достовірність різниці між ознаками телят, народженими в різний час доби, наведена при порівнянні з обідньою порою, а між групами телят, народженими від матерів різного віку, – з телятами, одержаними від корів з першим отеленням.

Результати наших досліджень свідчать, що на тривалість ссання у телят пора доби їх народження майже не впливала, а вік матері становив значний вплив. Найкоротша тривалість ссання ($P < 0,01$) спостерігалася у телят, народжених від корів з першим отеленням порівняно з телятами, народженими від старших корів. Пов'язано це з тим, що корови-первістки де-що перешкоджали доступу телят до свого вимені.

Загальна тривалість ссання у піддослідних телят, народжених у різний час доби, коливалася від 9 до 11 хв. Цікавим є те, що дослідження Osaka et al. (2014), Godden et al. (2019) показали, що телята, які ссали матір довше 10 хвилин у перші 2 години життя, мали значно вищий рівень IgG у сироватці крові на 24–48 годину життя, порівняно з тими, хто ссав менше, що в подальшому значно знижує ризик неонатальних інфекцій (діарея, сепсис, респіраторні захворювання тощо). Вищезазначені дослідники повідомляють, що чим більше актив ссання протягом перших двох годин, тим вища ймовірність споживання достатньої кількості молозива (особливо в перші 1–2 години після народження, коли стінки кишечника найбільш проникні для антитіл). Одне або два активних ссання за цей період дозволяють теляті отримати більше 25–50 г імуноглобуліну G (IgG), що є мінімально необхідною кількістю для формування пасивного імунітету.

Нами встановлено, що кількість ссань у перші дві години життя у піддослідних бугайців становила 2,6–3,4, причому найменшою кількістю характеризувалися телята, народжені від корів-первісток, а найвищою – від старших корів. Не спостерігалася залежності кількості ссань в перші дві години після народження від пори доби, коли відбулися отелення. Проте, існують дослідження (Kovács et al., 2006), де встановлено, що вік матері не мав значного впливу на частоту годування. Автори дослідили, що кількість ссань збільшувалася після

пробудження тварин, а їхній пік досягався в ранкові години. Менші піки були зареєстровані приблизно в обідній час і в вечірні години. Вночі годування не було.

Результати наших досліджень свідчать, що від віку матері залежав такий показник, як частота смоктальних рухів за перші 30 с. Найменшою вона була у телят, народжених від молодих матерів порівняно із ровесниками, народженими від старших корів.

Таким чином, встановлено, що телята, народжені від корів-первісток, були дещо слабшими порівняно із ровесниками, народженими від старших матерів. У них початок сосання відбувався значно пізніше, тривалість сосання була за перші 30 с. Серед досліджуваних ознак поведінки телят, пов'язаної із сосанням, вік коротшою та відмічено меншу кількість сосань у перші дві години і нижчу частоту смоктальних рухів матері впливав лише на його початок ($P < 0,001$).

У літературних джерелах зустрічаються окремі повідомлення про те, що показники поведінки сосання телят у перші години життя впливають на подальший їх ріст і розвиток (Whalin et al., 2021; Hogan et. al, 2022), однак ці дослідження стосуються переважно раннього віку тварин. Нами було досліджено показники подальшого росту й розвитку бугайців з різними показниками поведінки сосання у перші години народження. З'ясовано, що телята, одержані від корів з першим отеленням та в обідню пору доби, характеризувалися меншою живою масою у всі досліджувані вікові періоди (табл. 2). Зокрема, жива маса «обідніх» телят, народжених від первісток була нижчою, ніж у «ранішніх» та «вечірніх» ровесників на 2,2 кг та 2,0 кг ($P < 0,05$), від корів з другим отеленням – на 1,8 ($P < 0,05$) та 2,0 кг і від корів з третім і старше отеленнями – на 1,8 та 2,0 кг відповідно. Найбільшою живою масою ($P < 0,05$ – $0,001$) відзначалися телята, народжені від корів з третім і старше отеленнями.

2. Жива маса бугайців породи лімузин, $M \pm m$ ($n = 45$)

Вік тварин	Вік матері, отелення	Час доби народження тварин		
		Ранок	обід	Вечір
Новонароджені	I	$38,0 \pm 1,14$	$35,8 \pm 0,37$	$37,8 \pm 0,58^*$
	II	$39,6 \pm 0,51^*$	$37,8 \pm 0,42^{00}$	$39,8 \pm 0,84$
	III і старше	$41,6 \pm 0,74^{00}$	$39,8 \pm 0,67^{000}$	$41,8 \pm 0,62^{000}$
7 місяців (відлучення)	I	$220,6 \pm 7,37$	$217,6 \pm 6,86$	$223,6 \pm 5,90$
	II	$238,8 \pm 6,45$	$232,0 \pm 4,15$	$242,4 \pm 6,67$
	III і старше	$246,8 \pm 8,16^0$	$239,8 \pm 5,65^0$	$257,6 \pm 5,76^{*00}$
12 місяців	I	$455,4 \pm 15,19$	$436,4 \pm 12,10$	$465,2 \pm 7,75$
	II	$505,0 \pm 9,72^0$	$479,2 \pm 7,38^0$	$513,2 \pm 9,46^{*00}$
	III і старше	$506,8 \pm 7,47^0$	$505,2 \pm 5,14^{000}$	$514,2 \pm 8,78^{00}$
18 місяців	I	$539,0 \pm 28,47$	$503,0 \pm 21,78$	$547,0 \pm 20,78$
	II	$563,6 \pm 15,34$	$539,4 \pm 9,73$	$558,4 \pm 12,25$
	III і старше	$570,0 \pm 9,83^*$	$540,2 \pm 5,14$	$569,8 \pm 9,57^*$

Жива маса телят у період відлучення, народжених від первісток в обідню пору, була нижчою порівняно з тваринами, народженими зранку, на 3,0 та ввечері – на 6,0 кг, народжених від корів з другим і третім отеленням – на 6,8 та 10,4 і 7,0 та 17,8 кг ($P < 0,05$) відповідно. Бугайці, одержані від старших корів, незалежно від того, в яку пору доби народилися, мали вищу живу масу порівняно із тваринами інших досліджуваних груп на 42,8–68,8 кг за достовірного рівня.

Щодо живої маси тварин у віці 12 місяців, то телята, народжені в обідню пору, мали нижчі показники порівняно з ровесниками, народженими зранку, на 1,6–25,8 кг, а порівняно з телятами, народженими ввечері – на 9,0–34,0 кг, залежно від віку матері. Чіткіше виражена залежність живої маси тварин у зазначений віковий період від віку матері. У всіх досліджуваних випадках бугайці, народжені від первісток, достовірно поступалися за живою масою

тваринам, народженим від корів з другим (на 42,8–49,6 кг) та третім і старше отеленнями (на 49,0–68,8 кг).

Подібна тенденція щодо живої маси бугайців, залежно від часу доби народження і віку матері, спостерігалася й у віці 18 місяців, однак різниця між групами у більшості випадків було недостовірною. Загалом, залежно від віку матері, «обідні» телята у віці 18 місяців досягали живої маси 503,0–540,2 кг, що менше, порівняно з «ранішніми» на 24,2–36,0 кг та «вечірніми» – на 19,0–44,0 кг. Жива маса тварин, народжених від старших корів, коливалася від 540,2 до 570,0 кг, що більше, порівняно із бугайцями, народженим від первісток, на 11,4–37,2 кг, залежно від пори доби народження.

Отже, телята, які народжувалися в обідню пору доби, характеризувалися здебільшого нижчою живою масою порівняно з ровесниками, народженими вранці та ввечері, як при народженні, так і впродовж всього періоду вирощування. Крім того, в більшості випадків спостерігалася достовірною залежність живої маси у всі вікові періоди від віку матерів. Від корів з першим отеленням, як правило, одержували менших за живою масою телят, порівняно із тваринами, одержаними від старших корів. У подальші вікові періоди ці тварини характеризувалися також нижчою інтенсивністю росту (табл. 3). Їх середньодобові прирости у період від народження до відлучення були меншим порівняно із телятами, одержаними від корів з другим та третім і старше отеленнями на 6,5–8,3 та 18,3–13,8%, залежно від часу доби отелення матерів, у період від народження до 12 місяців – на 9,3–10,4 та 9,5–13,6 і від народження до 18-місячного віку – на 2,0–6,9 та 3,5–10,8% відповідно.

3. Середньодобові прирости бугайців, $M \pm m$ ($n = 45$)

Віковий період, місяці	Вік матері, отелення	Час доби народження тварин		
		ранок	обід	вечір
0–7	I	870 ± 30,7	865 ± 31,3	885 ± 25,7
	II	949 ± 31,6 ⁰	925 ± 18,9	965 ± 29,2
	III і старше	985 ± 38,0	943 ± 24,7	1027 ± 25,6 ⁰⁰
0–12	I	1143 ± 39,4	1097 ± 32,9	1171 ± 19,8
	II	1275 ± 25,4 ⁰	1209 ± 28,4 ⁰	1296 ± 25,7 ⁰⁰
	III і старше	1280 ± 26,5 ⁰	1270 ± 38,8 ⁰⁰	1294 ± 42,6 ⁰
0–18	I	916 ± 50,2	854 ± 39,3	931 ± 37,0
	II	957 ± 27,2	917 ± 23,4	950 ± 21,8
	III і старше	1027 ± 65,4	911 ± 42,8	965 ± 56,9

Щодо телят, народжених в обідню пору, то їх середньодобові прирости порівняно з ровесниками, народженими вранці та ввечері, були нижчими у віковий період 0–7 місяців на 0,6–4,3 та 2,3–8,2%, залежно від віку матері, у період 0–12 місяців – на 0,7–5,2 та 1,8–6,7% і у період 0–18 місяців – на 4,2–11,3 та 3,5–5,6% відповідно.

Висновки. 1. Встановлено, що поведінка телят у перші дві години життя залежала від часу доби народження та віку матері. Телята, народжені в обідню пору доби та від корів-первісток, були дещо слабшими порівняно із ровесниками, народженими зранку і ввечері та від старших матерів. У них початок ссання відбувався значно пізніше, тривалість ссання була коротшою та відмічено меншу кількість ссань у перші дві години і частоту смоктальних рухів за перші 30 с. Серед досліджуваних ознак поведінки телят, пов'язаної із ссанням, вік матері впливав лише на його початок ($P < 0,001$).

2. Телята, які народжувалися в обідню пору доби, характеризувалися здебільшого нижчою живою масою порівняно з ровесниками, народженими вранці та ввечері, як при народженні, так і впродовж всього періоду вирощування. Крім того, в більшості випадків спостерігалася достовірною ($P < 0,05$ – $0,001$) залежність живої маси у всі вікові періоди від віку матерів. Від корів з першим отеленням, як правило, одержували менших за живою масою телят,

порівняно із тваринами, одержаними від корів зі старшими отеленнями. У подальші вікові періоди ці тварини характеризувалися також нижчою інтенсивністю росту.

REFERENCES

- Bunter, K. L., Johnston, D. J., Wolcott, M. L., & Fordyce, G. (2014) Factors associated with calf mortality in tropically adapted beef breeds managed in extensive Australian production systems. *Anim. Prod. Sci.*, 54, 25–36. <https://doi.org/10.1071/AN12421>
- Godden, S. M., Lombard, J., & Woolums, A. R. (2019) Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 35, 3, 535–556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
- Hogan, L. A., McGowan, M. R., Johnston, S. D., Lisle, A. T., & Schooley, K. (2022) Suckling Behaviour of Beef Calves during the First Five Days Postpartum. *Ruminants*, 2, 321–340. <https://doi.org/10.3390/ruminants2030022>
- Kovács, A. Z., Kovács-Lovenyák, K., Szabari, M., Zsoldos, R., Garbacz, T., & Csonka, Á. (2006) Examination of suckling frequency in beef cattle populations. *Acta Agrar. Kaposváriensis*, 10, 143–150. <https://journal.uni-mate.hu/index.php/aak/article/view/1788>
- Larson, R. L., & Tyler, J. W. (2005) Reducing calf losses in beef herds. *Vet. Clin. Food Anim. Pract.*, 21, 569–584. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2005.02.009>
- Lidfors, L. M., Jensen, P., & Algers, B. (1994) Suckling in free-ranging beef cattle-temporal patterning of suckling bouts and effects of age and sex. *Ethology*, 98(3–4), 321–332. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1994.tb01080.x>
- Osaka, I., Matsui, Y., & Terada, F. (2014) Effect of the mass of immunoglobulin (Ig) G intake and age at first colostrum feeding on serum IgG concentration in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 97, 10, 6608–6612. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7571>
- Paranhos da Costa, M. J. R., Albuquerque, L. G., Eler, J. P., & de Vasconcelos Silva, J. A. (2006) Suckling behaviour of Nelore, Gir and Caracu calves and their crosses. *Applied Animal Behaviour Science*, 101(3), 276–287 DOI: 10.1016/j.applanim.2006.02.006
- Petrovska, I. R., Salyha, Yu. T., & Vudmaska, I. V. (2022). *Statystychni metody v biolohichnykh doslidenniakh* [Statistical methods in biotechnological research]. Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Riberio, A. R. B., Alencar, M. M., Paranhos da Costa, M. J. R., & Negrão, J. A. (2007). Effects of sire breed-grazing system and environmental parameters on the behaviour of beef calves just after birth. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 107, 198–205. <http://hdl.handle.net/11449/31781>
- Vandenheede, M., Nicks, B., Désiron, A., & Canart, B. (2001). Mother-young relationships in BBB cattle after a Caesarean section: characterization and effects of parity. *Applied Animal Behaviour Science*, 2, 72(3), 281–292. doi: 10.1016/s0168-1591(01)00118-6
- Whalin, L., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2021) Understanding Behavioural Development of Calves in Natural Settings to Inform Calf Management. *Animals*, 11, 2446. <https://doi.org/10.3390/ani11082446>

Одержано редколегією 21.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.1.082:502.211(477)

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.08>

РЕАЛІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ У КОНЯРСТВІ УКРАЇНИ

Т. Є. ІЛЬНИЦЬКА, О. В. СИДОРЕНКО

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)

<https://orcid.org/0000-0002-0969-9095> – Т. Є. Ільницька

<https://orcid.org/0000-0003-2429-9361> – В. О. Сидоренко

ilnytskay@gmail.com

Наукова робота базувалася на результатах багаторічних досліджень галузі конярства України та інформації з офіційних джерел. У роботі застосовувалися аналітичні методи та методи узагальнення абстракції. В статті описується поточний стан конярства в Україні, зазначаючи значне скорочення поголів'я після 1990 року та перехід до приватних господарств, що призвело до неконтрольованого розведення та загрози втрати генофонду. Виокремлюється діяльність Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН, який реалізує програми з відновлення української поліської породи коней та створення нової породної групи спортивного напрямку. Незважаючи на значні досягнення, українське конярство стикається з проблемами, такими як фрагментація структури власності та необхідність досягнення мінімальної чисельності поголів'я для міжнародного визнання порід. Інститут є центральною установою, що поєднує традиційні методи селекції з передовими технологіями, співпрацюючи з приватними господарствами та громадськими організаціями. Перспективи розвитку пов'язані з подальшою інтеграцією генетичних технологій та зміцненням державної підтримки.

Ключові слова: конярство, збереження біорізноманіття, програма розведення, українська поліська порода, українська спортивна порода

IMPLEMENTATION OF THE BIODIVERSITY CONSERVATION STRATEGY IN HORSE BREEDING IN UKRAINE

T. Y. Ilnytska, O. V. Sydorenko

Institute of Animal Breeding and Genetics nd.a. M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

The research was based on the results of long-term studies of the horse breeding industry in Ukraine and information from official sources. The work utilized analytical and generalized abstraction methods. The article analyzes the current state of horse breeding in Ukraine, noting a significant decline in the horse population after 1990 and a shift to private farms, which led to uncontrolled breeding and the threat of genetic pool loss. It highlights the activities of the M.V. Zubets Institute of Animal Breeding and Genetics of NAAS, which implements programs for the restoration of the Ukrainian Polissia horse breed and the creation of a new sport horse breed group. Despite significant achievements, Ukrainian horse breeding faces challenges such as the fragmented ownership structure and the need to achieve a minimum population size for international recognition of breeds. The Institute is a central institution that combines traditional breeding methods with advanced technologies, collaborating with private farms and public organizations. The prospects for development are related to the further integration of genetic technologies and the strengthening of state support

Keywords: horse breeding, conservation of biodiversity, breeding program, Ukrainian Polesya breed, Ukrainian Sport breed

Вступ. Конярство в Україні є галуззю, що має глибоке історичне коріння та багатогранне значення. Воно не обмежується лише традиційним аграрним сектором, а також визнається ключовим об'єктом збереження біологічного різноманіття. Цей статус підкреслюється як Міжнародною продовольчою організацією FAO, так і національним законодавством України. (Tkachova, 2021) Таке подвійне визнання – як традиційної індустрії, так і важливого компонента біологічного різноманіття – підносить значимість конярства далеко за межі суто економічних показників. Воно позиціонує його як критично важливий елемент національної спадщини та екологічної відповідальності. Це свідчить про те, що питання збереження порід коней є не лише внутрішньою науковою проблемою, а й пріоритетом на національному та міжнародному політичному рівнях, що вимагає узгоджених зусиль та стратегічного підходу. Нині в Україні потребують збереження гуцульська, новоолександрівська ваговозна, українська верхова, українська рисиста та українська поліська породи коней.

Матеріали і методи досліджень: Матеріалом для досліджень слугували результати багаторічних досліджень галузі конярства України та інформація з офіційних джерел. В роботі використано аналітичні та узагальнення абстракції методи.

Результати досліджень. На початку 1990 року Україна володіла значним поголів'ям коней, що налічувало 754 тисячі голів, та мала добре розвинену племінну інфраструктуру. Вона включала 11 державних кінних заводів, 4 іподроми та 132 племінні господарства. Однак, після 2003 року спостерігається значне скорочення поголів'я коней. Одночасно відбувся значний перерозподіл власності: якщо у 1991 році сільськогосподарські підприємства утримували 700,9 тисяч коней, то до 2010 року ця кількість впала до 49 тисяч. Натомість, у приватних господарствах поголів'я зросло до 394,4 тисяч, що становило 88,9% від загальної кількості коней в країні (Tkachova, 2021).

Цей масштабний перехід до приватного сектору мав суттєві негативні наслідки для племінної справи. Він призвів до неконтрольованого відтворення, що ускладнює цілеспрямований селекційний процес, знижує економічну ефективність використання коней та часто призводить до відсутності належного обліку племінного поголів'я. У результаті, рівень племінного поголів'я більшості порід став критично низьким, створюючи загрозу погіршення їхньої якості та навіть повного зникнення цінного вітчизняного генофонду. Такий стан справ підкреслює нагальну потребу у структурованих заходах. В умовах децентралізації та приватизації, коли централізований контроль за розведенням коней значно ослаб, науково-дослідні програми Інституту набувають екзистенційного значення для збереження та відновлення певних українських порід коней.

З початком повномасштабного вторгнення, українське конярство втратило традиційні ринки збуту в Росії та країнах СНД. Це примусове переорієнтування експортних ринків є одночасно і значним викликом, і довгостроковою можливістю для модернізації та інтеграції в європейський кінний сектор. Хоча це створює негайні економічні труднощі, воно спонукає українських заводчиків до пошуку вищих стандартів у розведенні та вдосконалення маркетингових стратегій для відповідності міжнародним вимогам. Такий стратегічний зсув може сприяти створенню більш конкурентоспроможної та стійкої галузі в майбутньому (Ilnytska, 2025)

Сучасна державна аграрна політика України спрямована на перехід до сталого виробництва сільськогосподарської продукції, пом'якшення наслідків зміни клімату та збереження біорізноманіття (Rusan et al., 2024). Ці пріоритети визначені у таких документах, як Стратегія продовольчої безпеки України до 2027 року та Стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій до 2030 року, які прямо передбачають зупинення процесу втрати біорізноманіття (Kontseptsia, 2025)

Україна активно адаптує своє законодавство до функціонування аграрного сектору в умовах кліматичних змін, ратифікувавши положення Паризької угоди та заявивши про наміри стати частиною Європейського зеленого курсу (Rusan et al., 2024).

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН активно реалізує низку цільових програм та проєктів, спрямованих на збереження та вдосконалення порід коней в Україні. Ці ініціативи охоплюють як відновлення зникаючих аборигенних порід, так і розвиток комерційно цінних спортивних напрямків.

З метою відновлення та збереження однієї із українських аборигенних популяцій коней, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН, у співпраці з громадською організацією "Орелі" розробив та успішно реалізує "Програму реконструкції української поліської породи коней" (Ilnytska et al., 2020). Цей багатосторонній підхід, що об'єднує наукову установу, громадський сектор та приватне господарство, є вкрай важливим для ефективної реалізації природоохоронних заходів. Він дозволяє поєднати глибокі наукові дослідження з практичним впровадженням на місцях, що особливо актуально в умовах фрагментованої структури власності в українському конярстві.

Поліський кінь є однією з найдавніших аборигенних порід Європи, яка існувала на території Українського Полісся понад 4000 років. Проте, з часом ця порода майже зникла, і довгий час її вважали вимерлою. Ситуація змінилася завдяки експедиційним обстеженням, проведеним у 2019 році, під час яких вдалося виявити типових представників цієї унікальної популяції (Ilnytska et al., 2020).

Програму реконструкції української поліської породи коней включає детальні рекомендації щодо оцінки та відбору тварин, встановлення цільового стандарту породи та характеристики її основних селекційних ознак (Ilnytska et al., 2023). Вона також присвячена вивченню поточного стану популяції поліських коней в Україні та враховує досвід білоруських вчених-селекціонерів у відновленні та збереженні поліської популяції.

На базі стаїні "Щербаті Цуглі" сформовано перший табун "поліських" коней, який налічує 28 голів. Проведено порівняльний аналіз промірів та екстер'єру сучасних коней з тими, що розводились у 1952 році. Результати цього аналізу підтвердили збереження екстер'єрно-конституційного типу предків, незважаючи на минуле схрещування, що є важливим показником успіху програми (Ilnytska et al., 2020).

У рамках цієї співпраці Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН бере на себе наукову частину досліджень, що включає проведення вимірів та оцінку тварин, тоді як стаїня "Щербаті Цуглі" відповідає за практичні аспекти, такі як організація випасу та забезпечення кормами. Метою програми є не лише збереження біорізноманіття як такого, а й збереження культурної спадщини та національного надбання Українського Полісся. Таке розширене розуміння природоохоронної діяльності дозволяє залучати ширшу громадську підтримку та потенційно відкриває нові джерела фінансування, забезпечуючи довгострокову стійкість проєкту. Поліські коні, завдяки своїм унікальним якостям, можуть бути успішно використані для розвитку зеленого, екологічного, сільського та кінного туризму, а також дитячого кінного спорту (Ilnytska et al., 2020). Для міжнародного визнання породи необхідно досягти чисельності понад 100 тварин-представників (Ilnytska et al., 2023).

У 2020 році науковці Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН у співпраці з членами громадської спілки «Асоціація кіннозаводчиків України» розробили "Програму створення породної групи коней спортивного напрямку використання" (Ilnytska & Bondarenko, 2020). Ця програма визначає мету та методику формування нової породної групи, а також надає характеристику сучасного поголів'я спортивних коней, включаючи їхнє походження, екстер'єр, спортивну продуктивність та генеалогію. Розробка цієї програми, поряд з ініціативами щодо аборигенних порід, демонструє гнучкий підхід Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН до збереження біорізноманіття, що охоплює як рідкісні, так і комерційно цінні породи. Це відображає стратегію балансування природоохоронних зусиль з економічною життєздатністю галузі.

Фундаментом для цієї програми стало дисертаційне дослідження Т. Є. Ільницької (2021) "Обґрунтування системи селекційно-племінної роботи при удосконаленні коней спортивного напрямку використання". Дослідження охоплювало вивчення основних характерис-

тик популяції спортивних коней (за віком, породою та дисциплінами), визначення їхніх екстер'єрно-конституційних особливостей, а також вдосконалення методології оцінки спортивної продуктивності, зокрема через розробку спеціалізованих шкал для конкуру, виїздки та триборства. Важливим аспектом була оцінка ефективності ранжування коней за місцем народження (заводчиком) та жеребців за якістю потомства. У рамках цієї наукової праці ми розробили та застосували лінійну класифікацію для оцінки екстер'єру, рухів, стрибків та темпераменту. Вона включала 19 екстер'єрних ознак, 9 характеристик рухів, 8 показників стрибків та 1 ознаку темпераменту.

Додатково вивчалася генеалогічна структура та умовна чистокровна кровність популяції. Для систематизації отриманої інформації та покращення племінного обліку було розроблено спеціалізоване програмне забезпечення "Реєстр спортивних коней України" (Іlnytska, 2021). Це підкреслює відданість Інституту сучасним методам управління даними та цифровим інструментам у племінній роботі, що дозволяє більш точно здійснювати селекцію та моніторинг генетичного прогресу.

Опрацювання даних показало, що рентабельність вирощування спортивних коней в Україні може перевищувати 50% за умови використання сучасної системи оцінки тварин (Іlnytska, 2021). Цей показник демонструє, що Інститут не лише займається збереженням, а й сприяє економічному розвитку галузі, що є важливим для її сталого функціонування.

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН активно публікує науково-методичні матеріали, що є важливими інструментами для практиків у галузі конярства:

Каталог коней створеної української спортивної породи (2024): Цей каталог надає детальну інформацію про коней, які беруть участь у програмі створення породної групи спортивних коней. Він призначений для фахівців племінних господарств, спеціалістів з конярства, науковців, викладачів університетів, власників коней та інших зацікавлених сторін (Іlnytska & Sydorenko, 2024).

Методичні рекомендації щодо оцінки та відбору коней поліської популяції (2022): Ці рекомендації розроблені для фахівців племінних господарств, спеціалістів з конярства, науковців та власників коней, надаючи їм практичні настанови щодо роботи з поліською породою (Ільницька et al., 2022).

Регулярна публікація таких каталогів та методичних рекомендацій свідчить про роль Інституту як центрального осередку поширення знань. Це дозволяє переводити складні наукові дослідження у доступні та практичні поради для кіннозаводчиків по всій Україні, сприяючи впровадженню передових практик у розведенні та збереженні кінних порід.

Діяльність Інституту у сфері збереження біорізноманіття коней тісно пов'язана з розробкою та впровадженням спеціалізованих селекційно-генетичних програм. Комплектування та використання генетичного матеріалу з кріобанку відбувається відповідно до цих програм, розроблених для різних видів і порід тварин.

Висновки: Незважаючи на значні досягнення, українське конярство та програми зі збереження біорізноманіття стикаються з низкою викликів. Фрагментована структура власності, що склалася в галузі, ускладнює координацію племінної роботи та ефективний облік поголів'я. Для міжнародного визнання таких порід, як українська поліська, критично важливим є досягнення мінімальної чисельності поголів'я, що вимагає подальших зусиль та інвестицій.

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН є центральною установою у реалізації програм зі збереження біорізноманіття у конярстві України. Його діяльність охоплює як відновлення зникаючих аборигенних порід, таких як українська поліська порода, так і цілеспрямований розвиток комерційно важливих напрямків, зокрема спортивного конярства.

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН демонструє багатогранний підхід до збереження генетичного різноманіття, поєднуючи традиційні методи селекції з передовими генетичними та біотехнологічними інструментами, включаючи кріоконсервацію

генетичного матеріалу та молекулярно-генетичний аналіз. Співпраця з приватними господарствами та громадськими організаціями є прикладом ефективної моделі, що дозволяє переходити від наукових досліджень до практичної реалізації. Цей підхід є особливо цінним в умовах фрагментованої структури власності у вітчизняному конярстві. Крім того, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН активно виконує функцію центру знань, поширюючи наукові результати та методичні рекомендації через свої публікації та участь у наукових заходах, що сприяє впровадженню передових практик у галузі.

Перспективи розвитку пов'язані з подальшою інтеграцією передових генетичних технологій для підвищення ефективності селекції та більш точного моніторингу генетичного різноманіття. Зміцнення державної підтримки та розширення міжнародної співпраці є ключовими для забезпечення довгострокової стійкості програм зі збереження. Продовження акценту на подвійній цінності коней – як біологічного виду, так і культурної спадщини – може сприяти залученню ширшої громадської підтримки та інвестицій. Також важливо розширювати освітні ініціативи для підготовки нового покоління фахівців у галузі конярства та генетичної консервації, що забезпечить сталий розвиток та збереження унікального кінного генофонду України.

REFERENCES

- Ilnytska, T. Y. & Bondarenko, O. V. (2020). *Prohrama stvorennia porodnoi hrupy konei sportyvnoho napriamu vykorystannia* [The program for the creation of a breed group of horses for sport use]. IRHT im. M.V. Zubtsia NAAN. [In Ukrainian].
- Ilnytska, T. Y. (2021). *Obgruntuvannia systemy selektsiino-pleminnoi roboty pry udoskonalenni konei sporty-vnoho napriamu vykorystannia* [Substantiation of the System of Breeding and Pedigree Work in the Improvement of Sport Horses](Candidate's thesis). [In Ukrainian].
- Ilnytska, T. Y. (2025). *Koniarstvo pid chas viiny problemy sohodennia ta stratehii maibutnoho* [Horse breeding during the war: current problems and future strategies], *Zberezhennia lokalnykh porid silskohospodarskykh tvaryn: vyklyk suchasnosti na shliakhu do staloho rozvytku ta bi-oriznomanittia* [Preservation of local breeds of farm animals: a modern challenge on the way to sustainable development and biodiversity], *materialy nauk.-prakt. konf. (c. 102–103)*. [In Ukrainian].
- Ilnytska, T. Y., & Sydorenko, O. V. (2022). *Metodychni rekomendatsii shchodo otsinky ta vidboru konei poliskoi populiatsii* [Guidelines for the Evaluation and Selection of Polesya Horses]. IRHT im. M.V. Zubtsia NAAN. [In Ukrainian].
- Ilnytska, T. Y., & Sydorenko, O. V. (2024). *Kataloh konei stvoriuvanoi ukrainskoi sportyvnoi porody* [Catalog of horses of the Ukrainian sports breed being created] IRHT im. M.V. Zubtsia NAAN. [In Ukrainian].
- Ilnytska, T. Y., Sydorenko, O. V., & Yagusevich, Yu. S. (2023). *Programa rekonstruktzii ukrainskoi poliskoi porody konei* [Program for the reconstruction of the Ukrainian Polesie horse breed]. IRHT im. M.V. Zubtsia NAAN. [In Ukrainian].
- Ilnytska, T. Y., Sydorenko, O. V., Yagusevich, Y S., & Leshchenko, N. M. (2020). Polesye horse: history of origin and current situation. *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 59, 136–141. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.59.15>
- Kontseptsiiia Derzhavnoi tsilovoi ekonomichnoi prohramy rozvytku tvarynnytstva na period do 2033 roku.* (2025). [Concept of the State Targeted Economic Program for the Development of Live-stock Breeding for the Period Until 2033]. [In Ukrainian]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/76-2025-p#Text>
- Rusan, V. M., Zhurakovska, L. A., Vozhehova, R. A., Zhalilo, Ya. A., Danchuk, O. V., Hranovska, L. M., & Shablia, O. S. (2024). *Perspektyvy rozvytku ahrarnoho sektora Ukrainy v umovakh klimatychnykh zmin* [Prospects for the development of the agricultural sector of Ukraine in the context of climate change.] NISD. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.09>

- Tkachova, I. V. (2011). Stratehiia rozvytku haluzi koniarstva v Ukraini [Strategy for the development of the horse breeding industry in Ukraine] *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva – Scientific Bulletin of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine*. Animal Science and Food Technology. Kyiv, 160 (1), 271–277. [In Ukrainian].
- Tkachova, I. V. (2021). Sostoyanie konevodstva Ukrainy. Problemy i perspektivy [State of horse breeding in ukraine, problems and perspectives] *Inovații în zootehnie și siguranța produselor animale–realizări și perspective* [In Russian]. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/535-542.pdf

Одержано редколегією 03.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.5.083.084

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.09>

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УТРИМАННЯ ГЕНОФОНДУ КУРЕЙ РІЗНОГО НАПРЯМУ ПРОДУКТИВНОСТІ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Т. В. КОМАР, О. О. КАТЕРИНИЧ, Л. П. ГАРНИК*Державна дослідна станція птахівництва Інституту тваринництва НААН (Бірки, Україна)**<https://orcid.org/0000-0001-9569-8373> – Т. В. Комар**<https://orcid.org/0000-0003-4865-2238> – О. О. Катеринич**<https://orcid.org/0000-0003-0983-9323> – Л. П. Гарник**katerinich@ukr.net*

Дослідження проведені із використанням даних вирощування та утримання птиці вітчизняної селекції, курей різного напрямку продуктивності, які зберігаються у якості генофонду на експериментальній фермі «Збереження національного генофонду сільськогосподарської птиці Державної дослідної станції птахівництва Інституту тваринництва НААН. В дослідженнях використано методи статистичного та економіко-математичного аналізу. В якості нормативних даних щодо вирощування та утримання птиці використано величини Відомчих норм технологічного проектування підприємств птахівництва (ВНТП-АПК-04.05, 2005). Мета роботи – порівняльна оцінка економічних показників утримання генофонду курей різного напрямку продуктивності та формування рекомендацій щодо покращення ефективності його використання. Аналіз сучасних наукових та виробничих даних свідчить, що витрати на корми є визначальним чинником собівартості продукції у птахівництві, незалежно від напрямку продуктивності курей. Їх частка у загальних витратах становить понад 60 %, а в окремих випадках може сягати навіть 90%. Це підтверджується як вітчизняними, так і зарубіжними дослідженнями. Оптимізація годівлі та впровадження сучасних технологій дозволяють суттєво знизити собівартість продукції та підвищити конкурентоспроможність галузі. Витрати на вирощування ремонтного молодняку та утримання батьківського стада курей різних напрямів продуктивності мають чітко виражену структуру: найбільшу частку складають корми, друге місце займає оплата праці, третє – витрати на енергоресурси та тепло. Значною складовою також є ветеринарні препарати. Впровадження альтернативних джерел енергії та удосконалення технологічних процесів може позитивно вплинути на зниження виробничих витрат. Економічна ефективність виробництва племінної продукції – інкубаційних яєць та добового молодняку – різниться залежно від напрямку продуктивності курей. Виробництво інкубаційних яєць є більш рентабельним (76,7% – яєчні, 70,3% – яєчно-м'ясні, 37,2% – м'ясо-яєчні) порівняно з виробництвом добового молодняку (30,53%, 25,92%, –1,69% відповідно). Це слід враховувати при виборі стратегії розвитку птахівницьких господарств. Представлені розрахунки можуть слугувати основою для оцінки економічної доцільності вирощування та збереження генофонду курей української селекції, а також для планування дотацій, визначення вартості племінних ресурсів і прогнозування розвитку мікро-, малих та середніх підприємств у галузі птахівництва. В умовах відновлення аграрного сектору використання вітчизняних генетичних ресурсів сприятиме зменшенню залежності від імпорту та зміцненню продовольчої безпеки країни

Ключові слова: кури різного напрямку продуктивності, генофонд, продуктивність, ефективність, рентабельність

ECONOMIC EFFICIENCY OF MAINTAINING CHICKENS GENE POOL OF DIFFERENT PRODUCTIVITY TYPES: A COMPARATIVE ANALYSIS

T. V. Komar, O. O. Katerynych, L. P. Garnyk

© Т. В. КОМАР, О. О. КАТЕРИНИЧ, Л. П. ГАРНИК, 2025

Research was conducted using data on the breeding and keeping of domestically selected poultry, chickens of various productivity types, which are stored as a gene pool at the experimental farm “Preservation of the National Gene Pool of Agricultural Poultry” of the State Research Station for Poultry Farming of the Institute of Animal Husbandry of the National Academy of Agrarian Sciences. The studies used statistical and economic-mathematical analysis methods. The values of the Departmental Standards for Technological Design of Poultry Farms (VNT-APK-04.05, 2005) were used as normative data for the breeding and keeping of poultry. The purpose of the work is to conduct a comparative assessment of the economic indicators of maintaining the gene pool of chickens of different productivity types and to formulate recommendations for improving the efficiency of its use. Analysis of current scientific and production data shows that feed costs are a determining factor in the cost of poultry production, regardless of the productivity type of chickens. They account for more than 60% of total costs and in some cases can reach as much as 90%. This is confirmed by both domestic and foreign studies. Optimizing feeding and introducing modern technologies can significantly reduce production costs and increase the competitiveness of the industry. Costs of raising replacement young stock and maintaining parent flocks of chickens of various productivity types have a clearly defined structure: feed accounts for the largest share, followed by labor costs, and then energy and heating costs. Veterinary drugs are also a significant component. The introduction of alternative energy sources and the improvement of technological processes can have a positive impact on reducing production costs. The economic efficiency of breeding production – hatching eggs and day-old chicks – varies depending on the productivity of the chickens. The production of hatching eggs is more profitable (76.7% for egg-laying chickens, 70.3% for egg-meat chickens, and 37.2% for meat-egg chickens) compared to the production of day-old chicks (30.53%, 25.92%, –1.69%, respectively). This should be taken into account when choosing a development strategy for poultry farms. The presented calculations can serve as a basis for assessing the economic feasibility of breeding and preserving the gene pool of Ukrainian-bred chickens, as well as for planning subsidies, determining the cost of breeding resources, and forecasting the development of micro, small, and medium-sized enterprises in the poultry industry. In the context of the recovery of the agricultural sector, the use of domestic genetic resources will help reduce dependence on imports and strengthen the country's food security.

Keywords: chickens of different productivity types, gene pool, productivity, efficiency, profitability

Вступ. Інтенсифікація селекційного процесу сприяє значному прискоренню темпів заміни або поглинання неконкурентоспроможного генетичного матеріалу, яким в першу чергу виявляються місцеві (аборигенні) породи та популяції. Відбувається витіснення племінного матеріалу локальних порід, зменшується їхня чисельність, унаслідок чого стрімко звужується природна різноманітність тварин. Постає проблема підтримання необхідного рівня біологічної різноманітності в екологічних системах. Скорочення різноманіття загрожує людству втратою цінних генів та їх поєднань, що в майбутньому призведе до зникненню тих ці інших порід та видів тварин і птиці (Ladyka et al., 2023; Katerynych et al., 2023).

Проблема має два аспекти: збереження великої кількості видів, що населяють землю та збереження внутрішньовидової варіабельності, яка притаманна популяціям як диких, так і свійських тварин. Нажаль збереження, як правило, низькопродуктивного генофонду різних видів тварин є нерентабельним, що вимагає додаткової фінансової підтримки (Hladiy et al., 2014; Hladiy et al., 2015). Разом з цим, у птахівництві генетичні ресурси вітчизняної селекції використовуються населенням і в такому випадку можуть слугувати складовою продовольчої безпеки України (Fiyalchuk & Vlasenko, 2023; Vidomchi normy, 2005).

Зараз, в умовах військових дій, ця проблема загострилася і тому підлягає всебічному вивченню та пошуку додаткових факторів покращення економічної ефективності утримання порід та популяцій птиці української селекції.

Мета роботи – порівняльна оцінка економічних показників утримання генофонду курей різного напрямку продуктивності та формування рекомендацій щодо покращення ефективності його використання.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведено у відділі інноваційного розвитку птахівництва та на експериментальній фермі «Збереження національного генофонду сільськогосподарської птиці Державної дослідної станції птахівництва Інституту тваринництва НААН. В роботі використано дані вирощування та утримання вихідних ліній порід та популяцій курей (показники продуктивності, витрати корму) різного напрямку продуктивності, які зберігаються у якості генофонду: бірківська барвиста, А (яєчні); полтавська глиняста, 14 (яєчно-м'ясні); геркулес білий, Г2 (м'ясо-яєчні). В дослідженнях використано методи статистичного та економіко-математичного аналізу. Вирощування та утримання дорослої птиці на підлозі відбувалося згідно існуючих технологічних норм (Відомчі норми технологічного проектування підприємств птахівництва, ВНТП-АПК-04.05, 2005).

Результати досліджень. Аналіз сучасних наукових і навчально-методичних джерел засвідчує, що витрати на корми є найбільшою складовою собівартості продукції птахівництва (Mel'nyk et al., 2023). За результатами українських досліджень, частка витрат на корми при виробництві яєць становить 60–67%, а при вирощуванні м'яса птиці – близько 65%, у окремих випадках цей показник може сягати навіть 90% (Chemerys et al., 2024; Studopedia, 2014; Studopedia, 2015). Зарубіжні дослідники підтверджують цю тенденцію: у промисловому виробництві бройлерів витрати на корми у середньому становлять 60–70% від загальної собівартості (Priyaranjan et al., 2020; Thirumalaisamy et al., 2019; Otto's Farms, 2024). Отже, корми є визначальним чинником економічної ефективності птахівництва, і саме оптимізація годівлі дозволяє суттєво знизити собівартість продукції та підвищити конкурентоспроможність галузі.

На основі фактичних даних проведено розрахунок загальних витрат на корми за період вирощування та утримання курей різних напрямів продуктивності. Узагальнені результати порівняльного аналізу наведено в таблиці 1.

1. Витрати кормів за вирощування та утримання генофондового стада курей різного напрямку продуктивності (ціни за 2023 р.)

Показники	Напрямок продуктивності, аналоги		
	яєчні, бірківська барвиста	яєчно-м'ясні, полтавська глиняста	м'ясо-яєчні, геркулес білий
Вирощування ремонтного молодняку			
Витрати кормів за період 1–4 тижнів, г	602	630	1169
Вартість кормів 1–4 тижнів, грн/кг	20		
Витрати кормів за період 5–8 тижнів, г	1316	1316	1666
Вартість кормів 5–8 тижнів, грн/кг	15		
Витрати кормів за період 9–17 тижнів, г	3654	4284	6356
Вартість кормів 9–17 тижнів, грн.	12		
Загальні витрати кормів за період вирощування, г	5971*	6650*	7266 * (9191**)
Всього вартість корму за 1–17 тижні, грн	75,628	83,748	124,64
Утримання дорослої птиці			
Витрати кормів за період 22–52 тижнів, кг/гол	27,6	29,93	34,77
Вартість корму, грн/кг	15	15	15
Загальні витрати на корми, грн..	414	448,95	521,55

Примітки: * – за 17 тижнів вирощування ремонтного молодняку; ** – за 20 тижнів вирощування ремонтного молодняку

Джерело: розраховано авторами на основі даних виробництва

У початковому періоді вирощування курчат (перші 4 тижні життя) середньодобове споживання корму становить від 9 до 85 грамів: для яєчних – 9–32 г, яєчно-м'ясних – 12–33 г, м'ясо-яєчних – 16–85 г. Загальні витрати корму у цей період складають від 602 г (яєчні, бірківська барвіста) до 1169 г (м'ясо-яєчні, геркулес білий). Упродовж 5–8 тижнів витрати корму для яєчного й яєчно-м'ясного напрямів – по 1316 г, для м'ясо-яєчного – 1666 г. Середньодобове споживання – 38–54 г (яєчні), 39–55 г (яєчно-м'ясні), 55–70 г (м'ясо-яєчні). З 9 по 17 тижнів життя витрати корму становлять: 3654 г (яєчні), 4284 г (яєчно-м'ясні), 6356 г (м'ясо-яєчні). Середньодобове споживання зростає до 54–72 г (яєчні), 55–91 г (яєчно-м'ясні), 63–100 г (м'ясо-яєчні).

Загальні витрати корму за 17 тижнів вирощування ремонтного молодняку курей становлять 5971 г (яєчні), 6650 г (яєчно-м'ясні) та 7266 г (м'ясо-яєчні). Для м'ясо-яєчних за 20 тижнів – 9191 г. За цінами 2023 року, загальна вартість комбікорму за період вирощування знаходиться в межах від 75,63 грн (яєчні) до 124,64 грн (м'ясо-яєчні).

Упродовж продуктивного періоду (від 18–22 тижнів до річного віку — 52 тижні) споживання комбікорму дорівнює 27,6 кг (яєчні), 29,93 кг (яєчно-м'ясні), 34,77 кг (м'ясо-яєчні). За ціни 15 грн/кг загальні витрати на годівлю дорослої птиці становлять: 414,00 грн (яєчні), 448,95 грн (яєчно-м'ясні), 521,55 грн (м'ясо-яєчні).

З урахуванням витрат на корми нижче подано фактичні дані витрат на вирощування ремонтного молодняку трьох порід та популяцій курей вітчизняної селекції за умов утримання на підлозі (табл. 2).

2. Структура витрат на вирощування на підлозі ремонтного молодняку порід курей різного напрямку продуктивності у грошовому еквіваленті (ціни 2023 р.)

Показники	Вартість, грн.		
	Напрямок продуктивності, аналоги		
	яєчні, бірківська барвіста	яєчно-м'ясні, полтавська глиняста	м'ясо-яєчні, геркулес білий
Вартість добового молодняку	35	35	45
Виробничі витрати:			
– оплата праці	16,64	18,42	27,42
– нарахування на заробітну плату	6,14	6,80	10,12
– корма	75,63	83,75	124,64
– енергоресурси (електроенергія)	9,32	10,32	15,36
– теплопостачання	4,36	4,83	7,18
– ветеринарні препарати	7,60	8,42	12,53
– амортизація	1,13	1,26	1,87
– транспортні витрати	1,13	1,26	1,87
– поточний ремонт обладнання	1,59	1,76	2,62
– інші витрати	4,42	4,90	7,29
Виробнича собі вартість вирощування	127,97	141,71	210,90
Ціна ремонтного молодняку при виході кондиційного молодняку – 90% і збереженості – 95%	184,29	200,32	291,05

Джерело: розраховано авторами на основі даних виробництва

За отриманими даними, витрати на корми становлять від 75,63 грн (яєчні) до 124,64 грн (м'ясо-яєчні) на голову. Найбільшу частку серед інших витрат складають оплата праці (з нарахуванням) – від 22,78 до 37,54 грн, енергоресурси (9,32–15,36 грн) та ветеринарні препарати (7,60–12,53 грн). Загальна виробнича собівартість вирощування ремонтного молодняку становить 127,97 грн (бірківська барвіста), 141,71 грн (полтавська глиняста) та 210,90 грн (геркулес білий). З урахуванням вартості добового молодняку, показників збереженості й

виходу кондиційного молодняку, загальна собівартість ремонтної молодки становить 184,29 грн (яєчні), 200,32 грн (яєчно-м'ясні) та 291,05 грн (м'ясо-яєчні) за голову.

Ці дані можуть слугувати основою для подальших розрахунків економічної ефективності вирощування ремонтного молодняку різних напрямів продуктивності на підлозі.

На основі отриманих результатів та фактичних даних наведено структуру собівартості утримання батьківського стада курей різного напрямку продуктивності (табл. 3).

3. Структура витрат за утримання на підлозі батьківського стада курей різного напрямку продуктивності у грошовому еквіваленті (ціни 2023 р.)

Показники	Вартість, грн.		
	Напрямок продуктивності, аналоги		
	яєчні, бірківська барвіста	яєчно-м'ясні, полтавська глиняста	м'ясо-яєчні, геркулес білий
Вартість 1 пари ремонтного молодняка	405,45	440,71	640,31
Виробничі витрати:			
– корми	414	448,95	521,55
– оплата праці	82,8	89,79	104,31
– нарахування на заробітну плату	31,85	34,53	40,12
– енергоресурси (електроенергія, газ, теплопостачання)	38,22	41,44	48,14
– ветеринарний захист птиці	19,11	20,72	24,07
– амортизація	9,55	10,36	12,04
– транспортні витрати	12,74	13,81	16,05
– поточний ремонт	12,74	13,81	16,05
– інші витрати	15,92	17,27	20,06
Виробнича собівартість	636,92	690,69	802,38
Загальна собівартість	839,65	911	1123

Джерело: розраховано авторами на основі даних виробництва

Вартість пари (курка та півень) визначається як подвійна ціна кондиційного ремонтного молодняку: від 368,59 грн (яєчні), 400,65 грн (яєчно-м'ясні) до 582,10 грн (м'ясо-яєчні). Витрати корму за період утримання дорослої птиці з 18 (20) до 52-тижневого віку – 27,6 кг (яєчні), 29,93 кг (яєчно-м'ясні), 34,77 кг (м'ясо-яєчні). За ціни 15 грн/кг, витрати на корми – 414,00 грн (яєчні), 448,95 грн (яєчно-м'ясні), 521,55 грн (м'ясо-яєчні). Загальні витрати на годівлю однієї голови за рік – 489,63 грн (яєчні), 532,70 грн (яєчно-м'ясні), 646,19 грн (м'ясо-яєчні).

Виробничі витрати на утримання однієї голови батьківського стада курей становлять: 636,92 грн (яєчні), 690,69 грн (яєчно-м'ясні), 802,38 грн (м'ясо-яєчні). Загальна собівартість утримання дорослої птиці до річного віку – 821,22 грн (яєчні), 891,00 грн (яєчно-м'ясні), 1093,40 грн (м'ясо-яєчні).

На основі фактичних даних виробництва з вирощування ремонтного молодняку та утримання батьківського стада курей різного напрямку продуктивності проведено порівняльний аналіз структури собівартості (рис.).

Відповідно до проведеного аналізу, найбільшу частку витрат обох технологічних процесів становлять корми: при вирощуванні молодняку – 59,1%, при утриманні батьківського стада – 65,0%. Це – ключовий фактор, який слід враховувати при формуванні стратегії розведення або збереження генофонду курей різних порід. Друге місце займає оплата праці з нарахуванням (17,8–18%), третє – тепло- та енергоресурси (10,7 та 6% відповідно). Якщо при вирощуванні більше витрачається на опалення, то при утриманні – на освітлення. Впровадження альтернативних джерел енергії та удосконалення технологічних процесів може сут-

тево знизити ці витрати. Ветеринарні препарати також складають значну частку – 5,9% при вирощуванні та 3,0% при утриманні.

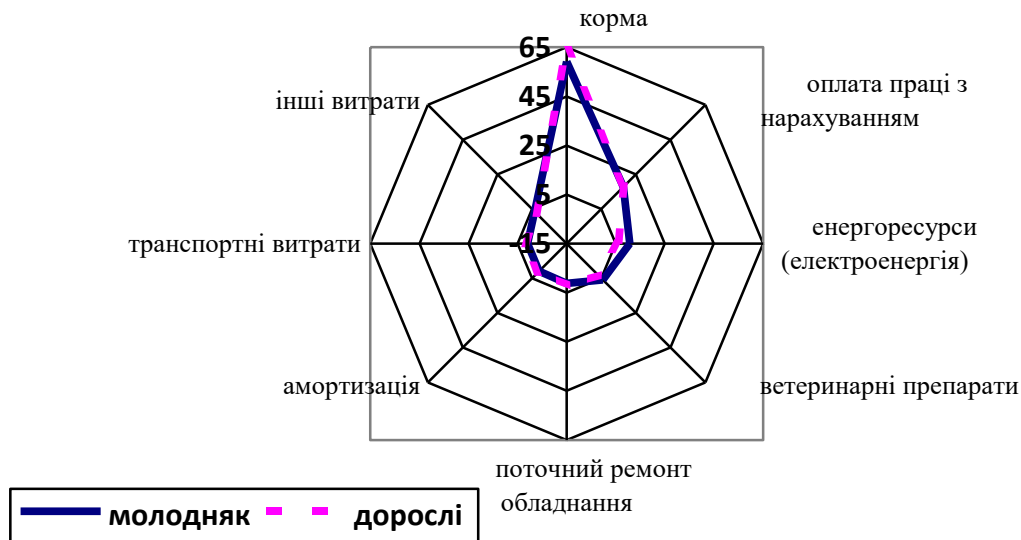


Рис. Структура собівартості технологічних процесів з вирощування ремонтного молодняку та утримання батьківського стада курей різного напрямку продуктивності, за утримання на підлозі, %
Джерело: розраховано авторами на основі даних виробництва

Для загальної оцінки економічної ефективності утримання генофонду курей різних напрямів продуктивності проведено розрахунок рентабельності виробництва племінної продукції – інкубаційних яєць та добового молодняку. Основними показниками є несучість, заплідненість яєць та вивід молодняку, розраховані на основі фактичних даних виробництва (табл. 4).

4. Продуктивні та економічні показники виробництва племінної продукції (інкубаційні яйця) за утримання курей різного напрямку продуктивності (за рік життя, ціни 2023 р.)

Показники	Напрямок продуктивності, аналоги		
	яєчні, бірквіська барвіста	яєчно-м'ясні, полтавська глиняста	м'ясо-яєчні, геркулес білий
несучість яєць за рік життя, шт. яєць	130	125	100
середня інтенсивність несучості, %	53,06	51,02	40,82
вихід племінних яєць, %	50	50	50
реалізація інкубаційних яєць, %	70	70	70
кількість інкубаційних яєць, шт.	65	62,5	50
кількість товарних яєць, шт.	65	62,5	50
вартість інкубаційного яйця, грн	18	20	25
вартість товарного яйця, грн	4	4	5
виручка від реалізації, грн	1430,00	1500,00	1500
прибуток, грн	620,78	618,98	406,57
рівень рентабельності, %	76,71	70,26	37,18

Джерело: розраховано авторами на основі даних виробництва

Несучість за рік життя курей яєчного, яєчно-м'ясного та м'ясо-яєчного типів продуктивності за утримання на підлозі дорівнює, відповідно біля 130, 125 та 100 шт. яєць. Середня інтенсивність дослідної птиці знаходиться на рівні – 53,06 (яєчні), 51,02 (яєчно-м'ясні) та 40,82 (м'ясо-яєчні) %. Вагомим негативним фактором впливу на виробництво та реалізацію племінної продукції в країні є чітка виражена сезонність. Тому величина показника вихід

племінної продукції становить біля 50%. Відповідно до цього, кількість інкубаційних яєць на реалізацію від різних порід курей знаходиться на рівні, відповідно – 50 (м'ясо-яєчні) – 62,5 (яєчно-м'ясні) – 65 (яєчні) штук.

За умов подальшої реалізації інкубаційних та товарних яєць за ціною 18 та 4 грн за штуку виручка становитиме, відповідно від 1350,0 (м'ясо-яєчні), 1430,0 (яєчні) до 1500,0 (яєчно-м'ясні) гривень.

В такому випадку, згідно даних загальної собівартості (табл. 2–3) прибуток може становити, відповідно 620,78 (яєчні), 618,95 грн. (яєчно-м'ясні) та 406,57 грн. (м'ясо-яєчні) гривень. Таким чином, розрахований нами рівень рентабельності, за вищезазначених умов, може становити, відповідно 76,7 (яєчні), 70,3 (яєчно-м'ясні) та 37,2 (м'ясо-яєчні) %.

З урахуванням технологічної карти виробництва племінної продукції на підприємстві у вигляді добового молодняку рівень рентабельності можна змінити (табл. 5).

5. Моделювання рентабельності виробництва добового молодняку курей різного напрямку продуктивності (за рік життя, ціни 2023 р.)

Показники	Напрямок продуктивності, аналоги		
	яєчні, бірківська барвіста	яєчно-м'ясні, полтавська глиняста	м'ясо-яєчні, геркулес білий
несучість яєць за рік життя, шт	130	125	100
середня інтенсивність, %	53,06%	51,02041	40,81633
вихід племінних яєць, %	50	50	50
реалізація інкубаційних яєць, %	70	70	70
кількість інкубаційних яєць, шт	65	62,5	50
кількість добового молодняку, шт	48,75	46,875	37,5
кількість товарних яєць, шт	65	62,5	50
вартість добового молодняку, грн	23	25	30
вартість товарного яйця, грн	4	4	4
виручка від реалізації, грн	1056,25	1109,38	1075
прибуток, грн	247,03	228,36	-18,44
рівень рентабельності, %	30,53	25,92	-1,69

Величина виводу кондиційного молодняку, в середньому для курей різного напрямку продуктивності, становить біля 75%. В такому випадку можливо отримати, відповідно, 48,8 (яєчні) – 46,9 (яєчно-м'ясні) – 37,5 (м'ясо-яєчні) голів кондиційного добового молодняку від несучки. З урахуванням витрат на інкубації та вакцинацію біля 5 грн, виручка від реалізації буде становити, відповідно, 1056,25 (яєчні) – 1109,38 (яєчно-м'ясні) – 1075,0 (м'ясо-яєчні) гривень. Прибуток, в такому випадку буде дорівнювати, відповідно від 247,03 (яєчні), 228,36 (яєчно-м'ясні) до -18,44 (м'ясо-яєчні) гривень. За урахування отриманих даних, рівень рентабельності з виробництва та реалізації добового молодняку порід курей різного напрямку продуктивності буде становити, відповідно, 30,53 (яєчні), 25,92 (яєчно-м'ясні) та -1,69 (м'ясо-яєчні) %.

З урахуванням наведеної структури проведено економічні розрахунки рівня рентабельності виробництва племінної продукції (інкубаційних яєць або добового молодняку) генофонду курей різних напрямів продуктивності. Отримані результати відображають особливості формування витрат і доходів у племінному птахівництві та можуть бути використані для оцінки ефективності господарської діяльності в умовах сучасних викликів.

Наведені дані доцільно застосовувати у подальших дослідженнях, зокрема для прогнозування розвитку мікро-, малих та середніх птахівницьких підприємств. Це сприятиме формуванню стратегій повоєнного відновлення галузі птахівництва із залученням вітчизняних генетичних ресурсів та підвищенню конкурентоспроможності українського виробництва

Висновки. 1. Оптимізація годівлі та впровадження сучасних технологій дозволяють суттєво знизити собівартість продукції та підвищити конкурентоспроможність галузі. Представлені розрахунки можуть слугувати основою для оцінки економічної доцільності вирощування та збереження генофонду курей української селекції.

2. Витрати на корми становлять найбільшу частку собівартості продукції птахівництва, досягаючи 60–67% при виробництві яєць та близько 65% при вирощуванні м'яса птиці.

3. Загальна вартість вирощування та утримання курей різного напрямку продуктивності за рік життя становить від 821,22 грн (яєчні кури) до 1093,4 грн (м'ясо-яєчні кури).

4. Виробництво інкубаційних яєць є більш рентабельним (76,7% для яєчних курей) порівняно з виробництвом добового молодняка (30,53% для яєчних курей).

REFERENCES

- Chemerys, V., Maksym V., Dushka, V., & Kryvishyn, A. (2024). Index of profitability of livestock production in Ukraine [Profitability index of livestock production in Ukraine] *NV LNU veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy. Ekonomichni nauky – Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Economical Sciences*, 26(103), 49–55. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-e10307>
- Fiyalchuk, A., & Vlasenko, Yu. (2023). Prodovol'cha bezpeka Ukrayiny ta yiyi skladovi u konteksti ekonomichnoyi bezpeky derzhavy [Inklyuzyvnyy rozvytok natsional'noyi ekonomiky: svitovi tendentsiyi, mozhlyvosti Ukrayiny ta rol' ahroprodovol'choho sektoru], In *VII Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Inklyuzyvnyi rozvytok natsionalnoi ekonomiky: hlobalni tendentsii, mozhlyvosti Ukrainy ta rol' ahroprodovol'choho sektora»*, (120–123). Kyiv. [In Ukrainian].
- Hladiy, M. V., Sharan, P. I., Kruhlyak, O. V., & Kruhlyak, A. P. (2014). Derzhavna pidtrymka zberezheniya henofondu mistsevykh ne chysel'nykh vitchyznyanykh porid u tvarynnystvi [State support for the preservation of the gene pool of local, small-scale domestic breeds in livestock farming] *Ekonomika APK – Agricultural Economics*, 11, 16–22. [In Ukrainian].
- Hladiy, M. V., Sharan, P. I., Polupan, Yu. P., Kruhlyak, O. V., & Kruhlyak, A. P. (2015). Ekonomichne obgruntuvannya derzhavnogo pidtrymky zberezheniya henofondu lokal'nykh i znykayuchykh porid sil's'kohospodars'kykh tvaryn [Economic justification of state support for the preservation of the gene pool of local and endangered breeds of farm animals] *Ekonomika APK – Agricultural Economics*, 4, 23–27. [In Ukrainian].
- Katerynych, O., Pankova, S., & Vasiuko, K. (2023). Preservation and rational use of domestic poultry gene pool in Ukraine. *Szansy nauk o zwierzętach*. (63–71). Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. <https://doi.org/10.24326/mon.2023.9>
- Ladyka, V. I., Zhukors'kyi, O. M., Hrytsyniak, I. I., Kozyr, V. S., Katerynych, O. O., Tserenyuk, O. M., Khmel'nychy, L. M., & Ryznykova, N. L. (2023). *Henetychni resursy vitchyznyanykh porid sil's'kohospodars'kykh tvaryn* [Genetic resources of domestic breeds of farm animals]. Oldi+.
- Mel'nyk, V. O., Ryabinina, O. V., Rodionova, K. O., Katerynych, O. O., Nalivayko, L. I., Haviley, O. V. (2023). *Promyslove ta fermers'ke ptakhivnytstvo* [Industrial and farm poultry farming]. Interservis. [In Ukrainian].
- Otto's Farms. (2024). Feed Costs and Impact on Broiler Chicken Farm Profits. <https://ottosfarms.com/feed-costs-impact-on-broiler-chicken-farm-profits>
- Priyaranjan, M., Kamalakanta, M., Jitendra, N. B., & John, P. (2020). Broiler Poultry Feed Cost Optimization Using Linear Programming Technique. *Journal of Operations and Strategic Planning*, 3(7), 2516600–1989691. DOI:10.1177/2516600X19896910
- Studopedia. (2014). *Sobivartist' produktsiyi ptakhivnytstva*. Studopedia.su. https://studopedia.su/1_11025_salna-do-zhirnih-konditsiy.html
- Studopedia. (2015). *Tekhnolohichna liniya hodivli ptytsi*. Studopedia.su. https://studopedia.com.ua/1_215499_tehnologichna-liniya-goduvannya-ptitsi.html

Thirumalaisamy, G., Muralidharan, J., Senthilkumar, S., & Hema Sayee R. (2019). Cost-Effective Feeding of Poultry. *International journal of Environmental Science and Technology*, 5(6), 3997–4005. https://www.researchgate.net/publication/335054995_COST-EFFECTIVE_FEEDING_OF_POULTRY

Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannya. Pidpryyemstva ptakhivnytstva. VNTP-APK-04.05. (2005). [Departmental Standards for Technological Design. Poultry enterprises]. Kyiv. https://www.lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Pidpryyemstva-ptakhivnytstva-VNTP-APK-04.05.pdf

Одержано редколегією 01.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.32/.38.034.06.082.2/.4(477.8)

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.10>

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВЕЦЬ БУКОВИНСЬКОГО ТИПУ АСКАНІЙСЬКОЇ КАРАКУЛЬСЬКОЇ ПОРОДИ В УМОВАХ БУКОВИНИ

О. Б. ЛЕСИК, М. В. ПОХИВКА, С. Д. МАКОВІЙЧУК

*Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (Чернівці, Україна)**<https://orcid.org/0000-0002-0593-1416> – О. Б. Лесик,**<https://orcid.org/0000-0003-1471-8796> – М. В. Похивка**<https://orcid.org/0000-0003-3937-2154> – С. Д. Маковійчук**buksaes@meta.ua*

У статті відображені результати досліджень показників продуктивності овець буковинського типу асканійської каракульської породи. Встановлено що тварини міцної конституції, різноманітні за забарвленням – чорні, сірі, коричневі, добре пристосовані до умов вологого клімату Буковини. Вівцематки з високою відтворювальною здатністю: заплідненість в середньому склала 96%, багатоплідність – 138%, вихід ягнят на 100 вівцематок – 132 голоти, при високій їх життєздатності (збереженість 95,6%). Ягнята народжуються міцної конституції, достатньо крупні, з високою живою масою, блискучим волосом. Жива маса, залежно від статі ягняти, коливається в межах від 4,0 до 5,2 кг, завитки в основному середнього розміру – 61,9–68,0%, частково плоского смушкового типу – 47 і 56%, ребристого – 26,3 і 26,5%, класу еліта – 27,9 і 31%, першого – 41,4 і 46,0%, другого – 19,1 і 25,1%. В результаті досліджень встановлено, що тварини буковинського типу асканійської каракульської породи, завдяки поєднанню високої відтворювальної здатності, смушкової, молочної продуктивності та пристосованості до природно-кліматичних умов, є перспективним напрямом вівчарства Західної України. Застосовані методи: зоотехнічні, економічні та біометричні.

Ключові слова: вівці, порода, тип, селекція, плодючість, відтворювальна здатність, жива маса, молочність

PRODUCTIVITY INDICATORS OF BUKOVINA TYPE SHEEP OF ASKANIA KARAKUL BREED IN BUKOVYNA

О. В. Lesyk, М. В. Pohyvka, S. D. Makovychuk

Bukovinian state agricultural research station of Carpathian region Institute of agriculture NAAS (Chernivtsy, Ukraine)

The article reflects the results of studies of productivity indicators of Bukovyna type sheep of Askania Karakul breed. The animals were found to have a strong constitution, diverse coat color – black, gray, brown, and are well adapted to the conditions of the humid climate of Bukovyna. Ewes with high reproductive capacity: fertility averaged 96%, multiplicity – 138%, lamb yield per 100 ewes – 132 heads, with high viability (95.6% survival rate). The lambs are born with a strong constitution, quite large, with high live weight and shiny hair. The live weight, depending on the sex of the lamb, ranges from 4.0 to 5.2 kg, mainly the average size of the curls is 61.9–68.0%, flat – 47 and 56% and ribbed – 26.3 and 26.5% of the striped type, elite class – 27.9 and 31.0%, the first – 41.4 and 46.0%, the second – 19.1 and 25.1%. As a result of the research, it was found that animals of the Bukovyna type of Askania Karakul breed due to the combination of high reproductive capacity, stripe and milk productivity and adaptability to natural and climatic conditions are a promising

direction of sheep breeding in Western Ukraine. Methods used: zootechnical, economic, and biometric.

Keywords: sheep, breed, type, selection, fertility, reproductive capacity, live weight, milking

Вступ. Вівчарство впродовж багатьох років в Чернівецькій області вважається однією з основних та традиційних галузей тваринництва, яка постачає різноманітну продукцію з цінними властивостями та гормонами довголіття (ягнятину, баранину, молоко, вовну, смушки, овчини) (Dronyk et al., 2009; Lesyk et al., 2020).

Проте на сьогоднішній день вівчарство України, зокрема і Буковини, знаходиться в досить важких умовах, скоротилась чисельність поголів'я овець в господарствах різних форм власності та відповідно зменшилися обсяги виробництва продукції, але цінний вітчизняний генофонд порід і типів спроможний продукувати різноманітну продукцію (Avercheva, 2020; Vdovychenko et al., 2019; Vdovychenko et al., 2017; Susharnyk, 2021).

Галузь вівчарства у Чернівецькій області зумовлена розведенням овець різних порід, які добре пристосовані до умов вологого клімату регіону. Однією з таких порід є буковинський тип асканійської каракульської породи. Станом на 1 січня 2025 року в області нараховувалося 42 тис. овець, у тому числі 18 тис (43% від загальної кількості) буковинського типу асканійської каракульської породи.

Сучасні проблеми розвитку вівчарства висувають необхідність глибоких досліджень в напрямку удосконалення існуючих і створення нових порід та типів з кращими біологічними та господарськими ознаками.

Показники продуктивності овець обумовлені не тільки генетичними особливостями, а також факторами зовнішнього середовища, в першу чергу умовами годівлі і утримання тварин. Однією з важливих селекційних ознак є жива маса тварин, яка безпосередньо пов'язана з напрямом продуктивності овець та позитивно корелює з іншими селекційними ознаками (Pomitun et al., 2017; Sarana et al., 2021).

Ефективність ведення галузі смушкового вівчарства в значній мірі обумовлена рівнем відтворювальної здатності, оскільки її підвищення сприяє збільшенню чисельності поголів'я, поліпшенню відтворення стада та його продуктивності. Відтворювальна здатність вівцематок в значній мірі обумовлена генотипом, вгодованістю, а також забезпеченістю зеленими кормами, які стимулюють активність і овуляцію яйцеклітини (Kudryk, 2013; Kramarenko et al., 2020; Kytaieva et al., 2016).

Ріст і розвиток молодняку сільськогосподарських тварин в перший місяць життя в значній мірі залежить від молочної продуктивності їх матерів, хімічного складу молока та його біологічної цінності. Рівень молочної продуктивності овець обумовлений спадковістю, віком, умовами годівлі та утримання, періодом лактації, а також залежить від числа виношених і підсисних ягнят (Pomitun et al., 2017).

Основною продукцією каракульських овець вважається смушкова, але поряд з цим від них одержують вовну, м'ясо, молоко, овчини, сичуги. Каракульських овець здебільшого оцінюють за основним видом продукції – смушком. Смушок – це шкурка ягняти, забитого в 1–3 дні з волосяним покривом у вигляді завитків. Смушкова продуктивність каракульських овець специфічна, оскільки формується тільки в період внутрішньо утробного розвитку. Ягнята народжуються вже з пружним, шовковистим та блискучим волосяним покривом, що утворює щільні завитки різних форм. Волосяний покрив смушкових овець відрізняється порядністю малюнка завитків, шовковитістю, блиском, різноманітним забарвленням. Саме ці показники надали каракульським шкуркам світову славу, поставивши їх в особливе положення серед інших видів пушнини та хутра (Kudryk, 2013; Chernomyz, 2012; Slavkova et al., 2017).

Молочна продуктивність вівцематок – це генетично обумовлена селекційна ознака, яка є одним із основних чинників інтенсивності росту і розвитку ягнят в період підсису, їх збереженості та подальшої продуктивності. Також вона забезпечує після відлучення ягнят ви-

бництво товарного молока, з подальшою переробкою на високоякісні молочні продукти, чим підвищує ефективність та конкурентоспроможність галузі в даному регіоні (Lesyk et al., 2020; Vdovychenko et al., 2017). У селекційній роботі в галузі вівчарства беруться до уваги усі важливі чинники, які впливають на формування генофонду цього напрямку продуктивності.

Дослідження проведені в Інституті тваринництва степових районів ім. М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» свідчать про те, що селекційна робота в каракульському вівчарстві спрямована на покращення смушкових якостей, підвищення плодючості та життєздатності ягнят. Буковинський тип був виділений як адаптивно стабільна популяція з високим відсотком смушків першого сорту та підвищеними показниками плодючості – понад 130 ягнят на 100 вівцематок (Наказ Мінагрополітики № 176/36, 2008).

Овець буковинського типу асканійської каракульської породи, які добре пристосовані до місцевих умов і здатні продукувати високоякісні продукти харчування, розводять в основному у фермерських господарствах лісостепової зони Чернівецької області (Lesyk et al., 2022).

Постановка проблеми. Сучасне вівчарство України, зокрема у Карпатському регіоні, стикається з великою кількістю викликів, серед яких – зниження поголів'я овець, низькі показники продуктивності тварин, а також зменшення інтересу до ведення вівчарства через низьку економічну рентабельність галузі, відсутність ринку збуту вовни, смушків. Але слід зазначити, що такі тварини буковинського типу асканійської каракульської породи мають значний потенціал для підвищення ефективності вівчарства, оскільки добре адаптовані до природно-кліматичних умов регіону та поєднують у собі цінні ознаки м'ясо-молочної та смушкової продуктивності.

Однак, на сьогодні існує необхідність проведення наукових досліджень, що всебічно характеризують господарсько-корисні ознаки цього типу в умовах Буковини.

У зв'язку з цим актуальним є проведення комплексних досліджень, спрямованих на оцінку та підвищення продуктивності овець буковинського типу асканійської каракульської породи, що дозволить розробити практичні рекомендації для їх ефективного використання в умовах Західної України.

Мета. Дослідження рівня продуктивності та адаптивної здатності овець буковинського типу асканійської каракульської породи в умовах Буковини, з метою удосконалення методів їх селекції, підвищення ефективності розведення та розробки практичних рекомендацій щодо покращення показників смушкової та молочної продуктивності.

Матеріали та методи досліджень. Асканійських каракульських овець буковинського типу, які добре пристосовані до місцевих умов і здатні продукувати сировину для виготовлення високоякісних продуктів харчування та виробів легкої промисловості, розводять в лісостеповій зоні Чернівецької області. Дослідження проведені в умовах та на базі фермерських-племінних господарства Чернівецького району. Комплексну оцінку здійснювали у відповідності з вимогами Інструкції з бонітування овець (Instruktsiia z bonituvannia ovets, 2003 р.).

Відтворювальну здатність вівцематок визначали за показниками їх запліднювальної здатності та багатоплідності.

Живу масу ягнят визначали шляхом їх зважування при народженні. Досліджували міцність конституції, тип, якість смушків, довжину волосу, шовковистість та блиск волосяного покриву згідно методики вивчення якості каракулю.

Оцінку площі шкурок проводили згідно зі стандартом. Шовковистість волосяного покриву визначали на дотик. Блиск волосяного покриву визначали органолептично.

Рівень молочної продуктивності визначено під час одержання товарного молока, шляхом проведення контрольних надоїв.

Биометричну обробку результатів досліджень проводили згідно алгоритмів М. О. Плохинського з використанням комп'ютерної програми Excel.

Результати досліджень. Досліджено продуктивність тварин буковинського типу асканійської каракульської породи в двох племінних господарствах «Берестецький вівчарик» і «Вівчарик» з загальним поголів'ям 808 голів, в тому числі 625 вівцематок, або 77,4%, з них еліта – 37,3%, першого класу – 41,3%. Вівці високої та середньої вгодованості, міцної конституції, добре пристосовані до вологого клімату лісостепової зони Чернівецької області.

Тварини буковинського типу асканійської каракульської породи різноманітні за забарвленням – чорні, сірі, коричневі. На сьогоднішній день значно підвищився інтерес до овець коричневого забарвлення (сур), кількість їх в стадах поступово збільшується, шляхом використання баранів-плідників коричневого забарвлення. Також перспективним залишається розведення овець сірого забарвлення. Смушки сірого та коричневого забарвлення користуються більшим попитом. В господарствах нашої області селекційна робота з даною породою спрямована на одержання смушків плоскої та ребристої групи. Питома частка їх за останні роки збільшилася до 40,5–45,7%.

Багатоплідність вівцематок – є важливою селекційною ознакою, яка обумовлена генотипом, вгодованістю, забезпеченістю зеленими кормами, та від якої залежить кількість народженого молодняку і виробництво продукції вівчарства. Даному селекційному прийому приділяється велика увага при розведенні овець різних порід на Буковині.

В результаті проведених досліджень встановлено, що вівцематки буковинського типу характеризуються високою відтворювальною здатністю. Так, заплідненість овець в господарствах в середньому становить 96%, багатоплідність – 138%, вихід ягнят на 100 вівцематок – 132 голови (табл. 1).

1. Відтворювальна здатність вівцематок

Показник	ФГ «Берестецький вівчарик»	ФГ «Вівчарик»	Разом/ в середньому
Вівцематок, голів	168	457	625
з них об'ягнлось, голів	159	441	600
Заплідненість, %	94,7	96,5	96,0
Одержано ягнят, голів	215	612	827
Багатоплідність, %	135,3	138,8	138,0
Вихід ягнят на 100 вівцематок, гол.	128	134	132
Збереженість молодняку, %	94,8	96,5	95,6

В селекційних стадах господарств використовують баранів-плідників класу еліта – 79,4%, першого – 20,6%, вівцематок відповідно 37,3 та 41,39%. В період досліджень від вівцематок народилося 827 ягнят, з яких 707 голів забито на смушки, з них 495 штук, або 67,1% I сорту (табл. 2).

Слід відмітити, що в господарствах, де проводиться селекційна, науково-дослідна робота, вівці різного забарвлення (сірого, чорного, коричневого). Тварини характеризуються високими показниками живої маси. Відповідно до забарвлення жива маса вівцематок суттєво не відрізняється і становить в середньому по господарствах: чорного забарвлення – 53,1 кг, сірого – 53,8 кг, коричневого – 53,3 кг. Вівці чорного забарвлення мають дещо нижчі показники живої маси, в порівнянні з сірими та коричневими. Найвищий показник живої маси відмічено у тварин сірого забарвлення. На сьогоднішній день у ФГ «Вівчарик» утримуються в основному тварини сірого та коричневого забарвлення, у зв'язку з тим, що смушки такого забарвлення користуються великим попитом і мають високу ціну.

Нами виявлено, що барани-плідники у вище згадуваних господарствах міцної конституції, вищої та середньої вгодованості, пропорційної будови тіла, жива-маса в середньому становить 88,8 кг. Настриг немітої грубої вовни по господарствах в середньому від всіх овець становить 3,0 кг.

2. Основні показники продуктивності овець

	ФГ «Берестецький вівчарик»	ФГ «Вівчарик»	Разом
Всього: гол.	307	621	808
в тому числі баранів-плідників, гол.	12	22	34
з них класу еліта, %	75,0	82,0	79,4
Жива маса, кг	85,0	91,0	88,8
Баранці, гол.	34	4	38
Ярки старше 1 року, гол.	48	63	111
Вівцематки, гол.	168	457	625
з них класу еліта, %	35,4	38,0	37,3
першого класу, %	39,0	42,0	41,3
Вівцематок: чорного забарвлення, гол.	96	132	228
сірого забарвлення, гол.	27	195	222
коричневого забарвлення, гол.	45	130	175
Жива маса: чорного забарвлення, гол.	52,7	53,7	53,1
сірого забарвлення, кг	53,0	54,0	53,8
коричневого забарвлення, кг	53,5	53,0	53,3
Одержано ягнят, гол.	215	612	827
Забито на смушки, шт.	170	537	707
I сорту, гол./ %	112/65,9	366/68,2	495/67,1

Продуктивність каракульських овець здебільшого оцінюють за основним видом продукції – смушком. Нами в господарствах проведена комплексна оцінка ягнят за живою масою, смушковими та товарними якостями. Встановлено, що ягнята народжуються міцної конституції, достатньо крупні, в основному з середнім розміром завитків, з густим, шовковистим та блискучим волоссяним покривом. Жива маса залежно від статі ягняти коливається в межах від 4,0 до 5,2 кг, в основному з середнім розміром завитків 61,9–68,0%, плоского смушкового типу – 47 і 56% і ребристого – 26,3 і 26,5% типів, класу еліта – 27,9 і 31,0%, першого – 41,4 і 46,0%, другого – 19,1 і 25,1%. Найменша частка ягнят з жакетним смушковим типом 16,5 та 19,1%. Показники продуктивності наведено в таблиці 3.

3. Показники продуктивності ягнят та розподіл за якостями смушків

Ознаки	Показник			
	ФГ «Берестецький вівчарик»		ФГ «Вівчарик»	
	гол.	%	гол.	%
Пробонітовано ягнят, усього	215	–	612	–
Жива маса при народженні: ярочки – одинаки	кг	4,1 ± 0,49	кг	4,5 ± 0,62
Ярочки – двійнята	кг	4,0 ± 0,85	кг	4,2 ± 0,67
Баранчики – одинаки	кг	5,0 ± 0,59	кг	5,2 ± 0,53
Баранчики-двійнята	кг	4,3 ± 0,72	кг	4,4 ± 0,58
Розмір завитка: крупний	47	21,8	115	18,8
середній	133	61,9	416	68,0
дрібний	35	16,3	81	13,2
Смушковий тип: жакетний	41	19,1	101	16,5
ребристий	57	26,5	161	26,3
плоский	101	47,0	343	56,0
кавказький	16	7,4	7	1,1
Клас: еліта	60	27,9	190	31,0
I клас	89	41,4	281	46,0
II клас	54	25,1	117	19,1
брак	12	5,6	24	3,9

Велике значення надається відбору тварин за конституцією. Ягнятка в основному міцної конституції – 81,7%. У них нормально розвинутий кістяк, тонка шкіра, щільна, густа вовна, достатня оброслість. Слід відмітити, що є невелика кількість ягнят ніжної конституції (8,0), які мають тонкий, легкий кістяк, тонку шкіру та укорочений волосяний покрив. Ягнят грубої конституції в господарствах в середньому нараховується 10,3%, вони більш крупніші з міцним кістяком, мають дещо потовщену і рихлувату шкіру, волосяний покрив з великою кількістю грубої, довгої ості.

В господарствах, в яких проводять дослідження, наявність ягнят плоского смушкового типу з коротким волосом, тонкою міздрою дозволяє проводити їх забій для одержання смушків в більш пізні строки 5–7 діб, (згідно інструкції по бонітуванню каракульських ягнят 1–3 доби). Площа смушків становить 1850–2100 см², довжина волосу 7,5–10,5 мм.

Щороку в господарствах залишають для ремонту власного стада 100–150 голів ягнят, решту забивають на смушки.

Науковцями дослідної станції селекційна робота спрямована на отримання смушків плоского типу з тонкою міздрою, високою живою масою ягнят при народженні, великою площею шкур перших сортів. Для відтворення власного стада залишають тварин в основному плоского та ребристого смушкових типів. Ягнят жакетного смушкового типу залишають в меншій кількості, лише для збереження, тому що на сьогоднішній день такі смушки не користуються попитом.

Необхідно відмітити, що на даний час в нашій області є велика проблема з ринком збуту як смушків, так і грубої кольорової вовни. Основний прибуток в господарствах Буковини, які розводять овець отримують від виробництва молочних продуктів з овечого молока. Цінним продуктом є овеча бринза, яку виробляють з товарного овечого молока вівцематок буковинського типу асканійської каракульської породи.

Селекція на розвиток смушкової та молочної продуктивності каракульських овець сприятиме інтенсифікації галузі вівчарства та поповнення потреб населення у високоякісних продуктах харчування та виробів легкої промисловості.

Висновки. В результаті досліджень встановлено, що тварини буковинського типу асканійської каракульської породи завдяки поєднанню високої відтворювальної здатності, смушкової, молочної продуктивності та пристосованості до природно-кліматичних умов є перспективним напрямом вівчарства Західної України.

За результатами досліджень встановлено, що вівцематки даного породного типу мають міцну конституцію, показники багатоплідності вівцематок на рівні 138%, вихід ягнят на 100 вівцематок – 132 голови, середню живу масу вівцематок залежно від забарвлення – 53,0–53,5 кг; вихід смушків I сорту – 67,1%. Виявлено доцільність виробництва всіх видів продукції каракулівництва, що дозволить підвищити рентабельність галузі та забезпечити її конкурентоздатність.

Враховуючи отримані результати наукових досліджень, доцільно продовжувати селекційну роботу з буковинським типом асканійських каракульських овець, створювати племінні ферми та розробляти програми державної підтримки для збереження цього унікального генетичного ресурсу.

Практичне значення проведених наукових досліджень полягає у можливості застосування отриманих даних для подальшої селекції з питань підвищення продуктивності тварин, покращення якостей смушків, що сприятиме значному збільшенню виробництва молока і ягнятини.

REFERENCES

Avercheva, N. O. (2020). Perspektvyv efektyvnoho rozvytku haluzi vivcharstva [Prospects for sheep breeding industry effective development] *Tavriyskiy naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald. Rural Sciences*. Kherson, 2, 57–68. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2020>.

- Chernomyz, T. O., Lesyk, O. B., & Pokhyvka, M. V. (2012). Suchasnyi stan ovets bukovynskoho typu askaniiskoi karakulskoi porody [The current state of Bukovinian sheep of Askanian Karakul breed] *Naukovyi visnyk "Askaniia-Nova" – Scientific Bulletin "Askania-Nova"*. Nova Kakhovka, 5, 201–208. [In Ukrainian].
- Dronyk, H. V., Chernomyz, T. O., Lesyk, O. B., & Pokhyvka, M. V. (2009). Kharakterystyka ovets bukovynskoho typu askaniiskoi karakulskoi porody [Characteristics of Bukovinian-type sheep of the Askanian Karakul breed] *Vivcharstvo – Sheep breeding*. Nova-Kakhovka, 35, 30–38. [In Ukrainian].
- Instruktsiia z bonituvannia ovets; Instruktsiia z pleminnoho obliku u vivcharstvi ta kozivnytstvi* [Instructions for sheep breeding, Instructions for keeping herd records in sheep and goat breeding]. (2003). [In Ukrainian].
- Kramarenko, O. S., Kramarenko, C. S., Luhovyi, C. I., & Havryliuk, K. I. (2020). Vplyv henetychnykh i ne henetychnykh faktoriv na pokaznyky vidtvoriuvalnoi zdatnosti viltsematok [The effect of genetic- and non-genetic factors on indicators of ewes' reproductive capacity] *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, Kherson, 115, 89–195. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.22>
- Kudryk, N. A. (2013). Zabezpechuie rentabelnist i vysoku konkurentozdatnist [Ensures profitability and high competitiveness] *Ahrarnyi tyzhden. Ukraina – Agrarian week. Ukraine*, 5–6 (260), 28–29. [In Ukrainian].
- Kytaieva, A. P., & Bezalychna, O. O. (2016). Problemy suchasnoho rozvytku vivcharstva [Problems of modern development of sheep breeding] *Tvarynnytstvo Ukrainy – Livestock of Ukraine*, 1–2, 2–4. [In Ukrainian].
- Lesyk, O. B., & Pokhyvka, M. V. (2020). Molochna produktyvnist viltsematok riznykh henotypiv v umovakh Bukovyny [Milk productivity of ewes of different genotypes in Bukovina] *Vivcharstvo ta kozivnytstvo – Sheep and goat breeding*. Nova Kakhovka, 5, 71–82. [In Ukrainian]. <https://doi.org/0.33694/2415-3958>
- Lesyk, O. B., & Pokhyvka, M. V. (2020). Molochna produktyvnist viltsematok riznykh henotypiv v umovakh Bukovyny [Milk productivity of various genotypes ewes in condition of Bukovina] *Vivcharstvo ta kozivnytstvo – Sheep and goat breeding*. Nova Kakhovka, 5, 71–82. [In Ukrainian]. <https://doi.org/0.33694/2415-3958>
- Lesyk, O. B., Pokhyvka, M. V., Tomash, L. V., & Melenko, K. M. (2022). Rist molodniaku ta smushkovi yakosti shkurok bukovynskoho typu askaniiskoi karakulskoi porody [Growth of young animals and striping qualities of Bukovinian type skins of Askanian Karakul breed] *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald. Rural Sciences*. Kherson, 126, 163–168. [In Ukrainian]. https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/126_2022/22.pdf
- Pomitun, I. A., Bezvesilna, A. V., & Zhuk, M. V. (2017). Plidnist viltsematok i zberezhenist molodniaku ovets riznykh henotypiv [Ewes fertility and preservation of various genotypes young sheep] *Vivcharstvo ta kozivnytstvo – Sheep and goat breeding*. Nova Kakhovka, 2, 129–137. [In Ukrainian]. <https://www.ascaniansc.in.ua/images/%202%20-%202017.pdf>
- Porody i typy ovets vitchyznianoї seleksii* [Breeds and types of domestic breeding sheep]. (2017). In Vdovychenko, Yu. V., Iovenko, V. M., Polska, P. I., Antonets, O. H., Horlov, O. I., Hratylo, O. D., Zharuk, P. H., Zaruba, K. V., Lobachova, I. V., Kudryk, N. A., Svistula, M. M., Yakovchuk, V. S., Horlova, O. D., Zharuk, L. V., Zhulinska, O. S., Zhukorskyi, O. M., Pomitun, I. A., Chernomyz, T. O., Lesyk, O. B., Mykytiuk, V. V., Turynskyi, V. M., Nezhlukchenko, T. I., & Voronenko, V. I. *Vivcharstvo Ukrainy* [Sheep breeding in Ukraine]. 2-e vyd. (46–264). Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Sarana, A. V., Dovmat, Yu. V., & Papakina, N. S. (2021). Pokaznyky vidtvorennia ovets yak skladnyky kompleksnoi otsinky viltsematok [Sheep reproductivity indicators as components of ewes' comprehensive assessment] *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald. Rural Sciences*. Kherson, 117, 250–258. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32851/2226-0099>

- Sarana, A. V., Dovmat, Yu. V., & Papakina, N. S. (2021). Pokaznyky vidtvorennia ovets yak skladnyky kompleksnoi otsinky vivtsematok [Indicators of sheep reproduction as components of a comprehensive assessment of ewes] *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald. Rural Sciences*. Kherson, 117, 250–258. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32851/2226-0099>
- Slavkova, O. P., & Kovalova, O. M. (2017). Perspektyvy rozvytku vivcharstva [Prospects for the development of sheep breeding] *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky – Global and national economic problems*, 19, 101–106. [In Ukrainian].
- Susharnyk, Ya. A. (2021). Analiz suchasnoho stanu rynku vivcharstva [Analysis of the current state of the sheep market] *Naukovyi Visnyk Odeskoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu – Scientific Bulletin of Odesa National Economic University*, 9–10 (286–287), 92–98. [In Ukrainian]. DOI:10.32680/2409-9260-2021-9-10-286-287-92-98
- Vdovychenko, Yu. V., & Zharuk, P. H. (2019). Henetychni resursy ovets v Ukraini [Sheep genetic resources in Ukraine] *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 5, 38–44. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201905-04>
- Vdovychenko, Yu. V., Iovenko, V. M., Polska, A. I. et al. (2017). *Vivcharstvo Ukrainy* [Sheep breeding in Ukraine]. Ahrarna nauka. [In Ukrainian].

Одержано редколегією 12.06.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

UDC: 575.113.2:[606:616-056.7]:608.1

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.11>

CURRENT STATUS AND PROSPECTS OF GENOME EDITING TECHNOLOGIES

Y. I. LESNIAK¹, R. O. KULIBABA², K. V. KOPYLOV¹, K. V. KOPYLOVA¹, S. V. KULIBABA¹¹*Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)*²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)*<https://orcid.org/0009-0005-6987-144X> – Y. I. Lesniak<https://orcid.org/0000-0003-1776-7147> – R. O. Kulibaba<https://orcid.org/0000-0001-5243-3447> – K. V. Kopylov<https://orcid.org/0000-0001-6796-390X> – K. V. Kopylova<https://orcid.org/0009-0001-1559-6076> – S. V. Kulibabayurii.embryologist@gmail.com

Over the last few years, genomic editing technologies have become one of the most dynamic areas of modern science, which provides new development opportunities for medicine, agriculture and fundamental science. The presented review article analyzes modern genome editing technologies, including CRISPR/CAS systems of the new generation (CAS12, CAS13, CasΦ), basic editing (BASE EDITING), as well as the latest developments in Prime Editing. Particular attention is paid to the achievement in the editing of human somatic cells, the editing of embryos, the use of technology in agriculture. The prospects for the use of genomic editing in the treatment of hereditary diseases, oncology, infectious medicine, improving the productivity of animals and plants, as well as to increase the potential of synthetic biology are outlined. The key trends and forecasts for the further development of the research area are generalized.

Keywords: genome, polymorphism, CRISPR, genome editing, epigenetic editing, bioethics, gene therapy, synthetic biology

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ТЕХНОЛОГІЙ ГЕНОМНОГО РЕДАГУВАННЯ

Ю. І. Лесняк¹, Р. О. Кулібаба², К. В. Копилов¹, К. В. Копилова¹, С. В. Кулібаба¹¹*Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)*²*Національний Університет біоресурсів і природокористування України (Київ, Україна)*

За останні декілька років технології геномного редагування стали одним із найдинамічніших напрямів сучасної науки, який надає нові можливості розвитку для медицини, сільського господарства та фундаментальної науки. У представленій оглядовій статті проаналізовано сучасні технології редагування геному, зокрема CRISPR/Cas-системи нового покоління (Cas12, Cas13, CasΦ), базове редагування (base editing), а також найновіші розробки в галузі prime editing. Особливу увагу приділено досягненням у редагуванні соматичних клітин людини, редагуванні ембріонів, застосуванню технології у сільському господарстві. Окреслено перспективи застосування геномного редагування у терапії спадкових хвороб, онкології, інфекційній медицині, покращенні продуктивності тварин і рослин, а також для підвищення потенціалу синтетичної біології. Узагальнено ключові тенденції та прогнози щодо подальшого розвитку даного напрямку досліджень.

Ключові слова: геном, поліморфізм, CRISPR, редагування геному, епігенетичне редагування, біоетика, генна терапія, синтетична біологія

Addressing issues of directed genome editing is relevant both for global fundamental science and for applied aspects of farm animal breeding (Doudna & Charpentier, 2014). Over the past decade, genome editing has transformed from an experimental technology into one of the most promising tools in biomedical science and biotechnology. Modern approaches to modifying genetic material open up unprecedented opportunities for precise intervention in the functioning of cells, tissues, and entire organisms, creating the potential for treating diseases, modifying phenotypes, and even creating new biological properties (Adli, 2022; Xu et al., 2021). The evolution of this field is unfolding against the backdrop of the rapid development of related disciplines – artificial intelligence, nanotechnology, proteomics, epigenomics, and synthetic biology, which mutually enhance the effectiveness of editing tools.

CRISPR/Cas9 technology has made a scientific breakthrough in the field of genome editing in recent years. After the first reports of mammalian genome editing using the CRISPR/Cas9 system, a number of approaches have been developed to modify Cas family proteins. A number of works are devoted to the use of CRISPR/Cas9 not only for genome editing, but also for controlling the expression of specific genes, localization of individual DNA loci, changing the status of specified sites in the mammalian genome, etc. (Jaganathan et al., 2018; Doudna & Charpentier, 2014). Since 2020, there has been an exponential increase in research on new enzymatic systems – in particular, Cas12f, Cas13e, CasMINI, as well as CasΦ, which have smaller sizes, higher specificity and are suitable for delivery by adenoviral or lipid carriers (Adli, 2022). Methods for editing without double-stranded DNA breaks have also been actively developed: *base editing systems* (Komor et al., 2016) and *prime editing* (Anzalone et al., 2019) demonstrate high accuracy and low side effects, which allows correcting point mutations without inducing a cascade of DNA damage. Considerable attention in the global scientific community has been paid to the latest RNA editing platforms, such as REPAIR, RESCUE and LEAPER, which allow for temporary and reversible regulation of gene expression at the transcript level without interfering with the genomic sequence. These methods are promising for the treatment of diseases, as well as in cases where DNA editing is unethical or technically difficult.

In vivo approaches for delivering editing systems to target tissues are being intensively developed: in particular, the use of galactoid lipid nanoparticles for the liver, conjugated oligonucleotides for selective binding to neurons or muscle cells, and new generation viral vectors (AAV9, LentiCRISPR 2.0) (Nelson et al., 2023). In this context, the *ex vivo* editing strategy is being developed, where cells are modified outside the body and then returned via autologous transplantation, which reduces the risks of an immune response (Frangoul et al., 2021).

In addition, genome editing is actively implemented in the fields of agrogenomics, veterinary medicine, cell engineering and environmental management (Abdul Aziz et al., 2022). In particular, modified varieties of agricultural crops with increased resistance to drought, pests and diseases have been created (Zhang et al., 2015), as well as animals with improved meat, dairy or reproductive characteristics (Doudna, 2014). In parallel, *gene drive* concepts are being developed – systems that ensure the spread of desired alleles in insect populations, in particular to combat malaria (Hammond et al., 2016).

However, despite rapid progress, this area faces a number of problems, namely:

1. the presence of various off-target editing effects;
2. legal and patent fragmentation (dispute between the Broad Institute and UC Berkeley over CRISPR patents);
3. lack of global ethical consensus on germline editing;
4. risks of socially unequal access to technology (Baylis, 2021).

In this context, a systematic analysis of the current state of genome editing technologies is critically important for the scientific community, as it allows not only to assess the technical potential of the technologies, but also to develop strategic "roadmaps" for future development. The aim of the presented article is, therefore, to summarize key achievements, classify modern

technologies, analyze the areas of application, scientific, ethical and regulatory areas that require further research.

General scientific, comparative, bibliographic and search methods were used to conduct analytical research. The article is based on the analysis of the results of specialized scientific literature and publications on genome editing, presented in leading world journals, including *Nature*, *Science*, *Cell*, *Nature Biotechnology*, etc.

The development of CRISPR/Cas9 technology (*clustered regulatory interspaced short palindromic repeats*, short palindromic repeats, arranged in groups, evenly spaced from each other) led to a long-awaited breakthrough in the field of genome editing. To date, it is one of the most effective systems for genome editing, which is used in a variety of fields of biological sciences (Haas et al., 2017; Lamas-Toranzo et al., 2017; Lino et al., 2018). The principle of operation of this technology is that changes to the target site are provided by a complex of a single chimeric guide RNA (*single guide RNA*, *sgRNA*) and a multifunctional protein – the Cas9 nuclease, which is capable of introducing a double-strand break into the target DNA molecule. The selection of the target sequence is limited by the presence of the PAM motif (*protospacer-adjacent motif*), which consists of 3 NGG nucleotides (Jaganathan et al., 2018; Doudna et al., 2014; Ma et al., 2014; Li Hongyi, 2020). After the first information about editing the mammalian genome by the CRISPR/Cas9 system appeared, many methods were proposed with various modifications of the Cas family proteins or guide RNA. Using the CRISPR/Cas9 system, it is possible to edit a virtually unlimited number of genes simultaneously, as well as introduce components of the system into individual cells and systems of the body.

The CRISPR/Cas9 system consists of two main parts. The first is a protein, the Cas9 nuclease (which initiates a double-strand break in the DNA molecule). The second is an RNA molecule, about 120 nucleotides in size, called a chimeric guide RNA (sgRNA). About 100 nucleotides located at the 3'-end are the same for all guide RNAs and ensure the formation of a specific spatial structure that is recognized by the Cas9 protein. About 20 nucleotides (guide sequence) located at the 5'-end of the guide RNA determine the DNA sequence to which the Cas9 protein will bind. The Cas9 protein introduces a double-strand break into the DNA molecule at a site complementary to the 5'-sequence of the sgRNA, provided that immediately after the complementary site of the sgRNA there is a trinucleotide NGG (PAM), and it must be located on the non-coding (complementary) strand. DNA cutting occurs at a distance of 3–4 nucleotides from the PAM. This is where the work of the CRISPR/Cas9 system ends, and further genome modification occurs directly with the participation of the cell's DNA repair system.

Double-strand breaks in mammalian cells can be repaired in a variety of ways. In non-homologous end joining (NHEJ) repair, small insertions or deletions may occur at the break site. In homologous recombination repair, sister chromatids or a genetic construct that mimics a sister chromatid are used to restore DNA sequence information.

In general, there are three main options for genome modification using the CRISPR/Cas9 system. The first type of modification is the formation of small insertions or deletions (INDEL – INsertion or DELetion). The size of such modifications can range from one to several dozen base pairs, but, as a rule, affects from 1 to 10 nucleotides. Most often, INDEL formation is used for gene knockout, while INDEL can lead to a shift in the reading frame or destruction of the splice site. To carry out such a modification, it is necessary to ensure the expression of one sgRNA (specific for the modified region) and the Cas9 protein.

The second option is to insert a target DNA sequence into a specific region of the genome. To do this, the CRISPR/Cas9 system introduces a break into a specific DNA fragment that needs to be modified. At the same time, an artificial DNA fragment containing the inserted region flanked by sequences homologous to the break site (a homologous recombination construct) is delivered to the cell. The homologous recombination construct mimics a sister chromatid, and the information from it is “copied” to the break site.

The third option is to create large (from hundreds to hundreds of thousands of base pairs) deletions. The simplest method of such modification is to express in the cell the Cas9 protein and two sgRNAs, each of which will carry a nucleotide sequence at the 5'-end complementary to one of the boundaries of the intended deletion. As a result, two breaks will appear in the chromosome, the ends of which can be connected using the NHEJ mechanism, which will lead to the appearance of the desired deletion.

Despite the rapid progress in the implementation of CRISPR/Cas9 technology, the use of this system requires improvement and refinement at many stages, depending on the selected modification object and the ultimate goal. For example, an important aspect is the selection and analysis of the nucleotide sequence of sgRNA (chimeric) using various software, which is related to the design of the planned experiment, the presence of PAM, depending on the modification – the presence of restriction endonuclease recognition sites; in the case of introducing INDEL, with subsequent identification by PCR, it is necessary to simultaneously select appropriate primers and conditions for PCR analysis with gRNA, analyze alternative splicing variants, the presence of alternative promoters and start codons, domain organization of the protein to exclude partial loss of function); to determine and select a method for genome editing using the CRISPR/Cas9 system by microinjection; establish conditions for obtaining and cultivating stem cells, transgenic embryos and genetically modified animals, and many other specific aspects.

There are other genome editing methods that, unlike CRISPR/Cas9 technology, have their own characteristics. The most common include the following: TALEN (these are engineered proteins that can be designed to bind and cleave specific DNA sequences. This method is more complex and time-consuming compared to CRISPR-Cas9 (Joung et al., 2013; Bhardwaj et al., 2021; Nemudryi et al., 2014); *zinc finger* nucleases (ZFN) – proteins that contain DNA-binding and nuclease domains have lower efficiency and specificity compared to TALEN and CRISPR-Cas9 (Maeder Morgan et al., 2008); *base editing* and Prime editing – based on modifications of the CRISPR/Cas system (Rees Holly et al., 2018; Kantor Ariel et al., 2020; Chen et al., 2023; Huang Zhangrao & Liu Gang, 2023).

In general, a comprehensive classification, analysis, and description of the main genome editing methods most widely used in basic and applied research can be presented in the form of several common components:

classical nuclease systems (ZFN (Zinc Finger Nucleases), TALEN (Transcription Activator-Like Effector Nucleases));

New generation CRISPR systems (CRISPR/Cas9, CRISPR/Cas12a (Cpf1), CRISPR/Cas13a-d (RNA editing), CRISPR/Cas Φ (compact Cas from bacteriophages), CRISPR-CasMINI (Cas12f, Cas14);

point editing systems (Base Editing (cytosine or adenine deaminase modification), Prime Editing (editing without double-stranded DNA breaks);

other approaches (REPAIR, LEAPER (RNA editing without cutting), CRISPROff/CRISPRon (epigenomic editing)).

In turn, the general protocols of the main editing technologies include several variants. The classic CRISPR/Cas9 protocol for *knock-out* or *knock-in* (materials: cell culture, plasmid with sgRNA and Cas9 (e.g., pSpCas9(BB)-2A-GFP), transfection reagent (Lipofectamine 3000, electroporation buffer), donor template (ssODN or plasmid with homologous arms for knock-in); methodology: sgRNA design using Benchling/CHOPCHOP, cloning of sgRNA into a vector or synthesis, as an RNP complex, cell transfection (lipofection, nucleofection, microinjection), 24–72 h – selection of transfected cells (e.g., FACS for GFP), PCR amplification and Sanger-sequencing of the editing site, T7E1 assay or Surveyor assay – to assess the efficiency of the cut, if knock-in: selection of homologously integrated clones (PCR, Southern blot). *Base Editing* protocol (e.g., BE4max, ABE8e) – point substitution C→T or A→G without double-strand breaks; materials: plasmid with base editor (e.g., BE4max), sgRNA template, cell culture; protocol: selection of the editing site in the “edited window” (positions 4–8 from PAM), co-transfection of cells with base

editor and sgRNA plasmids, incubation for 72–96 h, selection of positive cells (fluorescent marker or selection gene), PCR and sequencing – verification of a specific point substitution. Prime Editing protocol (e.g., PE2, PE3) – all types of point mutations, insertions, deletions; materials: Prime Editor (Cas9-nickase + reverse transcriptase), pegRNA (prime editing guide RNA), nicking sgRNA (for PE3), target cells; protocol: pegRNA design based on the target site (PrimeDesign, pegFinder), co-transfection of PE cells and pegRNA ± nicking sgRNA, 48–72 h cultivation, selection and sequencing – detection of precise editing. RNA editing protocol (Cas13, ADAR-based systems); materials: Cas13a-d enzyme, gRNA to target mRNA, cells expressing target gene mRNA; protocol: synthesis of crRNA for Cas13, co-transfection of Cas13 + crRNA, RT-qPCR – control of mRNA expression. RNA-seq – verification of editing specificity. CRISPRoff / epigenome editing protocol (temporary or stable gene silencing without changing the DNA sequence); protocol: use of dCas9 (deactivated Cas9) with repression domains (KRAB), cloning of sgRNA to the promoter region of the target gene, transfection of cells, qPCR/ChIP-seq – verification of repression efficiency.

The main methods for delivering editing components include: microinjection – the most accurate for zygotes (embryo editing); electroporation – popular in editing hematopoietic stem cells; lipid nanoparticles (LNP) – for *in vivo* delivery (especially for Cas13); AAV vectors – the most effective for *in vivo knock-in* (have size limitations).

Main analytical and control methods of genome editing: Sanger sequencing, Next Generation Sequencing (NGS) – verification of changes; TIDE, ICE analysis – assessment of editing efficiency; Off-target screening (GUIDE-seq, CIRCLE-seq, Digenome-seq, Western blot, qPCR, FACS) – functional verification using analytical tools.

Gene editing technologies have great prospects in medicine for the treatment of various genetic disorders and diseases – in recent years, the possibility of their application for the development of new methods of treatment of mitochondrial pathologies, oncopathologies and other human diseases (Mittal et al., 2019). For example, in November 2017, the world's first procedure to "edit" the genome of an adult was performed in California. The patient was an adult man with mucopolysaccharidosis type II (Hunter syndrome). In November 2018, Chinese scientists reported on twins (Lulu and Nana), who were the first children in the world to have their HIV resistance gene edited (Cyranoski, 2019).

Genome editing can also be used as a tool for gene therapy (Gori Jennifer et al., 2015; Maeder Morgan & Gersbach Charles, 2016). Both genome editing and gene therapy are modifications of genetic material to treat disease, but they differ in approach and goals. Gene therapy involves introducing new genetic material into a patient's cells for treatment. This can be done by introducing a healthy copy of a defective gene, replacing a missing or non-functioning gene, or introducing a new gene that may provide a therapeutic benefit. For example, genome editing can be used to modify the DNA of a patient's own cells to introduce therapeutic genes or to correct mutations in a patient's genes before they are introduced as part of an overall treatment plan (Gori Jennifer et al., 2015; Maeder Morgan & Gersbach Charles, 2016). Overall, both genome editing and gene therapy hold great promise for treating genetic diseases, and ongoing research continues to refine these techniques and develop new applications for them (Doudna, 2014). Modern genome editing is rapidly transforming fundamental approaches to the diagnosis, prevention, and treatment of genetic and many acquired diseases in humans. Over the past decade, fundamentally new results have been achieved that have brought genome editing technologies from the laboratory level to the clinical arena. Today, CRISPR/Cas systems, as well as innovative approaches such as *Base Editing*, *Prime Editing*, RNA editing (e.g., LEAPER and Cas13), allow for highly specific changes in the genetic code without creating double-strand breaks or integrating foreign sequences (Anzalone et al., 2019).

Among the most important achievements is the approval of the world's first CRISPR-Cas9-based therapy for the treatment of sickle cell anemia and β -thalassemia (the drug Casgevy, exa-cel), which became a historical precedent for the clinical use of genome editing (Frangoul et al.,

2021). This event marked the transition from experimental therapies to real clinical practice, demonstrating the high efficacy and relative safety of the technology. In December 2023, the US Food and Drug Administration (FDA) and the UK Medicines Regulatory Agency (MHRA) approved the first CRISPR-based therapy for the treatment of sickle cell anemia and β -thalassemia (FDA, 2023; MHRA, 2023). Casgevy (exagamglogene autotemcel, or exa-cel), developed by Vertex Pharmaceuticals and CRISPR Therapeutics, is a single-agent therapy that involves extracting a patient's hematopoietic stem cells, editing them *ex vivo* to activate fetal hemoglobin (HbF) production, and reinfusing them after mild myeloablative chemotherapy. In clinical trials, 29 of 31 patients with sickle cell anemia were free of painful crises for at least a year after treatment, demonstrating the efficacy of the therapy (Frangoul et al., 2021). This approach opens up new possibilities for patients who previously had limited treatment options. Researchers from St. Jude Children's Research Hospital used *Prime Editing technology* to correct a mutation that causes sickle cell anemia, achieving up to 41% conversion in patients' blood stem cells, demonstrating the potential of *Prime Editing* in the treatment of monogenic diseases.

Researchers at the University Medical Center Amsterdam have used CRISPR-Cas9 technology to remove HIV from infected cells in the laboratory (Kaminski et al., 2016). Although the research is in its early stages, this discovery offers hope for future treatments for HIV infection. The Kleinstiver lab has demonstrated the efficiency of base editing in cells from patients with SMA (spinal muscular atrophy), achieving over 98% editing with high accuracy and minimal off-target effects (Ryu et al., 2018). *Prime Editing* has been successfully applied to treat hereditary tyrosinemia type 1 (HT1) in mice, leading to significant improvements in survival and liver function (Kim et al., 2021). There have also been successes in the treatment of α 1-antitrypsin deficiency (AATD) using AAV8-PE3, achieving editing efficiencies of up to 3.1% with minimal indels (Villiger et al., 2018). Application of editing RNA Cas13 and LEAPER (Leveraging Endogenous ADAR for Programmable Editing on RNA) allows RNA editing without changing DNA, which reduces the risk of hereditary changes. In cells from patients with Hurler syndrome, LEAPER restored the functional activity of the enzyme α -L-iduronidase with an efficiency of up to 80% (Qu et al., 2019). This opens up new possibilities for the treatment of genetic diseases where temporary RNA editing is preferable. In the UK, a 13-year-old patient with acute lymphoblastic leukemia received treatment using edited CAR-T cells, which led to a complete remission of the disease (Brudno et al., 2020). This is the first known case of successful use of base editing in the treatment of cancer in humans. Base editing technology allows precise gene editing without creating double-stranded DNA breaks, which reduces the risk of unwanted mutations. Verve Therapeutics has developed VERVE-101, a therapy that uses base editing to inactivate the PCSK9 gene in patients with heterozygous hypercholesterolemia (Musunuru et al., 2021). In a phase 1b clinical trial, a single dose of VERVE-101 reduced blood LDL cholesterol levels by 55% in 10 participants (Musunuru et al., 2023). This demonstrates the potential of base editing in the treatment of cardiovascular disease.

Base editing techniques show great potential in the treatment of point mutations, which account for up to 58% of all known diseases associated with single nucleotide mutations (Rees Holly & Liu David, 2018). This technology provides high editing accuracy, allowing the replacement, deletion or insertion of DNA fragments without the formation of breaks in the double helix. The first preclinical and clinical data indicate that these methods can be applied to the treatment of complex multigenic pathologies and even tumors (Anzalone et al., 2019).

In vivo editing methods are particularly promising, in particular in the studies of Intellia Therapeutics, which for the first time in the world demonstrated the effective delivery of CRISPR components directly into the patient's body with a long-lasting therapeutic effect (NTLA-2002) (Gillmore et al., 2021). This may be the basis for the future development of cell-free editing strategies that will avoid the expensive immunosuppressive preparation for exogenous cell transplantation.

RNA editing, as a temporary but controlled alternative to DNA editing, allows for safe interventions in the transcriptome. The LEAPER and REPAIR systems based on the ADAR and Cas13 enzymes, respectively, are already being used in models of neurodegenerative and metabolic diseases (Qu et al., 2019). Such approaches are of paramount importance for the treatment of diseases where genetic stability is particularly critical.

A separate direction of development is genetically modified CAR-T and CAR-NK cells, which, thanks to CRISPR/Cas editing, acquire new properties, such as resistance to exhaustion, greater precision in recognizing tumor cells, and avoidance of *graft-versus-host disease reactions*. Successful clinical cases (in particular, complete remission in patients with acute leukemia) confirm the feasibility of integrating genome editing into oncoimmunological strategies (Rupp et al., 2017).

Scientific developments in the field of genome editing are gradually moving from the stage of conceptual breakthroughs to routine use in therapeutic practices. It is expected that by 2030, about 60 new drugs based on CRISPR/Cas and related technologies will reach commercial availability (Wang et al., 2021). Accordingly, in the near future, we can predict the widespread implementation of genome editing in the treatment of currently incurable diseases: muscular dystrophies, neurodegenerative conditions, autoimmune pathologies, rare metabolic syndromes.

Gene editing plays a crucial role in the biotechnology and pharmaceutical industries. It is used to produce genetically modified organisms for research, drug production, and biofuel development (Kumar et al., 2020; Grama et al., 2022; Tavakoli et al., 2021). In addition, gene editing is used to enhance the production of enzymes, proteins, and other valuable biomolecules (Kumar Gulshan et al., 2020; Grama Samir et al., 2022; Tavakoli Kamand et al., 2021).

The advantages of CRISPR/Cas9 make it possible to use this technology to edit the genomes of viruses, bacteria, plants and animals. This area of research also opens up great prospects for developing new approaches to combating diseases, will contribute to the improvement of breeds of farm animals and plant varieties, as well as the creation of models for studying human genetic diseases. CRISPR/Cas9 technology can increase the efficiency of agriculture, while reducing the negative impact of humans on the environment. Over the past few years, the United States Department of Agriculture has granted permission to cultivate six organisms modified with the help of CRISPR, including garden mushrooms (*Agaricus bisporus*), which are deprived of the ability to darken when mechanically damaged and lose their marketable appearance; camellia (*Camelina sativa*), an oilseed crop that contains more omega-3 fatty acids, as well as a drought-resistant soybean variety (Waltz, 2018). Researchers plan to breed chickens that do not cause allergies in humans, restore the number of honeybees that suffer from diseases and parasites worldwide, and use CRISPR to control the sex of farm animals (Ledford, 2019). The ability to modify the genomes of exotic and little-studied animals has caused a “wave” of mass creation of new model organisms. In March 2019, the first genetically modified reptile, the brown anole (*Anolis sagrei*), was created using CRISPR (Reardon, 2019). Genome editing is being used to create crops with improved properties, such as herbicide-resistant soybeans, drought-resistant corn, and apples that do not turn brown (Wang et al., 2020). Gene-edited livestock and fish have also been created with desirable traits, such as increased muscle mass or disease resistance (Zaidi, Syed Shan-e-Ali, et al., 2020; Abdul Aziz, et al., 2022; Hamdan, Mohd Fadhli, et al., 2022; Wan, Lili, et al., 2021).

CRISPR/Cas technology has a number of advantages in animal breeding, including: editing accuracy – CRISPR allows for changes to specific genes with high precision, reducing the risk of unwanted mutations that can occur with traditional breeding methods; speed – genome editing processes using CRISPR are much faster than traditional breeding methods, allowing results to be obtained in a short period of time; improvement of genetic traits – with the help of CRISPR, it is possible to improve the morphological, productive and adaptive properties of animals, such as disease resistance, meat and milk quality; control of the sex of the offspring – CRISPR allows you to control the sex ratio in the offspring, which is useful for livestock production, where only

animals of a certain sex are needed; research on genetic diseases – CRISPR helps to study genetic diseases in animals, which can lead to the development of new treatment strategies; environmental benefits – creating animals with improved characteristics can reduce the need for the use of chemical additives and improve the overall environmental condition in livestock farming.

However, despite the broad prospects of genome editing, the scientific community should not neglect the ethical, bioengineering and safety challenges. One of the main problems remains *off-target* effects, which can still have long-term consequences in cases of germline cell treatment. Also of concern are technologies related to interference with embryonic development (Human Embryo Genome Editing), which are currently largely prohibited at the legislative level in most countries (Lanphier et al., 2015).

Conclusions.

This review provides a comprehensive analysis of the current state and future prospects of genome editing technologies, particularly new-generation CRISPR/Cas systems, base and prime editing methods, as well as innovative platforms for RNA and epigenetic editing. The key findings are as follows:

1. Technological progress and expansion of the editing toolbox.

The development of CRISPR/Cas systems (Cas12, Cas13, Cas Φ , and their compact variants) has significantly improved the precision, specificity, and delivery convenience of editing complexes. Novel methods such as base editing and prime editing enable correction of point mutations without inducing double-stranded DNA breaks, thereby minimizing off-target effects and expanding the range of possible genetic modifications. Particular attention is given to RNA editing platforms (REPAIR, LEAPER), which open up temporary and reversible gene regulation strategies.

2. Wide applications in medicine and agriculture.

Genome editing technologies have demonstrated significant potential in the treatment of inherited diseases (e.g., hemoglobinopathies, spinal muscular atrophy), oncology (edited CAR-T cell therapy), infectious diseases (experimental removal of viral genes), and metabolic syndromes. In agriculture, new crop varieties with enhanced resistance to stress and pests have been created, along with animals possessing improved productivity and adaptive traits.

3. Integration with adjacent technologies.

The growing effectiveness of genome editing is closely linked with advancements in bioinformatics, artificial intelligence, nanotechnology, and synthetic biology. These synergies enable more accurate design of editing molecules, better delivery strategies, and comprehensive control over editing outcomes.

4. Ethical and regulatory challenges.

Despite scientific breakthroughs, critical barriers remain, including the lack of global consensus on germline editing, risks of off-target effects, and social inequality in access to genome-editing technologies. There is a pressing need for the development of transparent international norms and ethical frameworks to ensure the responsible and safe use of genome editing.

5. Practical significance and implementation prospects.

Recent achievements are rapidly translating genome editing from laboratory research into clinical practice and agricultural technology. The approval of the first CRISPR-based drugs highlights the high efficiency and transformative potential of these tools, paving the way for dozens of new therapeutics in the coming decade. In agriculture, genome editing promotes more sustainable and environmentally friendly production systems.

Therefore, the primary objective of this review was systematization of current genome editing methods, classify them, and evaluate application domains. The provided analysis and technology comparisons offer valuable guidance for researchers and practitioners in selecting appropriate strategies based on their specific goals and research objects.

REFERENCES

- Abdul Aziz, M., Brini, F., Rouached, H., & Masmoudi, K. (2022). Genetically engineered crops for sustainably enhanced food production systems. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1027828. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1027828>
- Adli, M. (2022). The CRISPR tool kit for genome editing and beyond. *Nature Communications*, 13 (1), 1–3. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28006-5>.
- Aiello, D., Patel, K., & Lasagna, E. (2018). The myostatin gene: An overview of mechanisms of action and its relevance to livestock animals. *Animal Genetics*, 49(6), 505–519. <https://doi.org/10.1111/age.12745>
- Anzalone, A. V., Randolph, P. B., & Davis, J. R. (2019). Search-and-replace genome editing without double-strand breaks or donor DNA. *Nature*, 576 (7785), 149–157. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1711-4>
- Bayliss, F. (2021). ISSCR guidelines fudge heritable human-genome editing. *Nature*, 594 (7863), 333. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-01618-3>
- Bhardwaj, A., & Nain, V. (2021). TALENs—an indispensable tool in the era of CRISPR: a mini review. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19 (1), 125. <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00225-z>.
- Brown, K. V. (2018). Why CRISPR-edited food may be in supermarkets sooner than you think. *Gizmodo*. <https://gizmodo.com/whycrispr-edited-food-may-be-in-supermarkets-sooner-th-1822025033>
- Brudno, J. N., Lam, N., Vanasse, D., et al. (2020). Safety and feasibility of anti CD19 CAR T cells with fully human binding domains in patients with B-cell lymphoma. *Nature Medicine*. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0737-3>
- Chavez, M., Chen, X., Finn, P. B. & Lei, S. (2023). Advances in CRISPR therapeutics. *Nature Reviews Nephrology*, 19 (1), 9–22. <https://doi.org/10.1038/s41581-022-00636-2>
- Chen, P. J., & Liu, D. R. (2023). Prime editing for precise and highly versatile genome manipulation. *Nature Reviews Genetics*, 24 (3), 161–177. <https://doi.org/10.1038/s41576-022-00541-1>
- Crispo, M., Mulet, A. P., Tesson, L., Barrera, N., Cuadro, F., dos Santos-Neto, P. C., Nguyen, T. H., Crénéguy, A., Brusselle, L., Anegón, I., Menchaca, A., & Duranthon, V. (2015). Efficient generation of myostatin knock-out sheep using CRISPR/Cas9 technology and microinjection into zygotes. *PLoS ONE*, 10(8), e0136690. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136690>
- Cyranoski, D. (2019). The CRISPR baby scandal: what's next for human gene editing. *Nature*, 566(7745), 440–442. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-00673-1>
- David, B. T., Cox Jonathan, S., Gootenberg Omar, O., Abudayyeh Brian Franklin, Max J. Kellner, Julia Joung, & Feng Zhang. (2017). RNA editing with CRISPR-Cas13. *Science*, 358 (6366), 1019–1027. <https://doi.org/10.1126/science.aag0180>
- Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 346 (6213), 1258096. <https://doi.org/10.1126/science.1258096>
- Frangoul, H., Altshuler, D., Cappellini, M. D., Chen, Y.-S., Domm, J., Eustace, B. K., Foell, J., de la Fuente, J., Grupp, S. A., Ho, T. W., Jakubowski, A. A., Lekstrom-Himes, J., Lidonnici, M. R., Locatelli, F., Mapara, M. Y., de Montalembert, M., Rondelli, D., Sharma, A., Sheth, S., Steinberg, M. H., Wall, D., Yu, C., Corral, L., Pawliuk, R., & Reik, A. (2021). CRISPR–Cas9 gene editing for sickle cell disease and β -thalassemia. *New England Journal of Medicine*, 384(3), 252–260. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2031054>
- Frangoul, H., Locatelli, F., Sharma, A., Wall, D., Fortier, J. M., Lunke, S., Arnold, W. D., Lee, C., Xie, W., Corral, L., Schuessler-Lenz, M., Reiss, S. M., Hege, K., Fullwood, S., Muñiz, A., Lehmann, L. E., Chen, J., & Esrick, E. B. (2024). Exagamglogene autotemcel for severe sickle cell disease. *The New England Journal of Medicine*, 390(18), 1649–1662. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2309841>

- Gillmore, J. D., et al. (2021). First-in-human in vivo CRISPR gene-editing trial using NTLA-2002 for hereditary ATTR amyloidosis. *New England Journal of Medicine*, June 2021. WIREDASH Publications.
- Gori Jennifer, L., Hsu Patrick, D., Maeder Morgan, L., Shen Shen, Welstead, G. Grant, & Bumcrot, David. (2015). Delivery and Specificity of CRISPR/Cas9 Genome Editing Technologies for Human Gene Therapy. *Human Gene Therapy*, 26 (7), 443–451. <https://doi.org/10.1089/hum.2015.074>.
- Grama Samir, B., Liu Zhiyuan, & Li, Jian. (2022). Emerging Trends in Genetic Engineering of Microalgae for Commercial Applications. *Marine Drugs*, 20 (5), 285. <https://doi.org/10.3390/md20050285>.
- Haas, S. A., Dettmer, V., & Cathomen, T. (2017). Genome Editing with Engineered Nucleases in Perumal, P., Veeramuthu, R., Kumaresan, A., Morrell, J. M., & Singh, R. K. (2020). Economically important animals and plants: State of the art in the research pipeline. *Current Issues in Molecular Biology*, 37(1), 45–52. <https://doi.org/10.3390/cimb37010004>
- Hamdan, Mohd Fadhli, Mohd Noor, Siti Nurfadhliana, Abd-Aziz, Nazrin, Pua, Teen-Lee, & Tan, Boon Chin. (2022). Green Revolution to Gene Revolution: Technological Advances in Agriculture to Feed the World. *Plants*, 11 (10), 1297. doi:10.3390/plants11101297.
- Hammond, A., Galizi, R., Kyrou, K., Simoni, A., Siniscalchi, C., Katsanos, D., Gribble, M., Baker, D., Marois, E., Russell, S., Burt, A., Windbichler, N., Crisanti, A., & Nolan, T. (2016). A CRISPR–Cas9 gene drive system targeting female reproduction in the malaria mosquito vector *Anopheles gambiae*. *Nature Biotechnology*, 34(1), 78–83. <https://doi.org/10.1038/nbt.3439>
- Huang, Zhangrao, & Liu, Gang. (2023). Current advancement in the application of prime editing. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11, 1039315. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1039315>.
- Jaganathan, D., Ramasamy, K., Sellamuthu, G., Jayabalan, S., & Venkataraman, G. (2018). CRISPR for crop improvement: An updated review. *Frontiers in Plant Science*, 9, 985. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00985>
- Joung, JK & Sander JD. (2013). TALENs: a widely applicable technology for targeted genome editing. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 14(1), 49–55. doi:10.1038/nrm3486 editasmedicine.com
- Kaminski, R, Bella, R, Yin, C, et al. (2016). Elimination of HIV 1 genomes from human T lymphoid cells by CRISPR/Cas9 gene editing. *Scientific Reports*, 6, 22555. doi:10.1038/srep22555 natap.orgNature
- Kang, J. D., Kim, S. J., Lee, J. Y., Park, S. J., Kang, Y. K., Lee, E., & Koo, D. B. (2017). Generation of cloned adult muscular pigs with myostatin gene mutation by genetic engineering. *RSC Advances*, 7(21), 12541–12549. <https://doi.org/10.1039/C6RA28158K>
- Kantor, Ariel, McClements, Michelle E., & MacLaren, Robert E. (2020). CRISPR-Cas9 DNA Base-Editing and Prime-Editing. *International Journal of Molecular Sciences*, 21 (17), 6240. doi:10.3390/ijms21176240.
- Kim, H., Sung-Hwan, K, et al. (2021). Prime editing rescues hereditary tyrosinemia type 1 in a mouse model. *Cell Stem Cell*, 28(1), 1–10. doi:10.1016/j.stem.2021.01.008 cell.combiorxiv.org
- Komor, A. C., Kim, Y. B., Packer, M. S., Zuris, J. A., & Liu, D. R. (2016). Programmable editing of a target base in genomic DNA without double-stranded DNA cleavage. *Nature*, 533(7603), 420–424. <https://doi.org/10.1038/nature17946>
- Kumar Gulshan, Sheikh Ajam, Jakhu Sunaina, Sharma Yogesh, Kapoor Ritu, & Sharma Tilak Raj. (2020). Bioengineering of Microalgae: Recent Advances, Perspectives, and Regulatory Challenges for Industrial Application. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, 914. doi:10.3389/fbioe.2020.00914.
- Lamas-Toranzo, I., Pericuesta, E., & Gutiérrez-Adán, A. (2017). CRISPR is knocking on the barn door. *Reproduction in Domestic Animals*, 52(S4), 39–47. <https://doi.org/10.1111/rda.13011>

- Li, H., Chang, Y., Zhao, J., Chen, H., Zhang, J., & Wang, Y. (2016). Generation of biallelic knock-out sheep via gene-editing and somatic cell nuclear transfer. *Scientific Reports*, 6, 34502. <https://doi.org/10.1038/srep34502>
- Li, Hongyi, Yang, Yang, Hong, Weiqi, Huang, Mengyuan, Wu, Min, & Zhao, Xia. (2020). Applications of genome editing technology in the targeted therapy of human diseases: mechanisms, advances and prospects. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 5 (1), 1–23. doi:10.1038/s41392-019-0089-y.
- Lino, C. A., Harper, J. C., Carney, J. P., & Timlin, J. A. (2018). Delivering CRISPR: A review of the challenges and approaches. *Drug Delivery*, 25(1), 1234–1257. <https://doi.org/10.1080/10717544.2017.1402180>
- Liu, H., Ding, C., Wang, H., Zhang, Z., Ma, H., & Yu, Y. (2018). Comparing successful gene knock-in efficiencies of CRISPR/Cas9 with ZFNs and TALENs gene editing systems in bovine and dairy goat fetal fibroblasts. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(2), 406–414. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61715-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61715-5)
- Lv, Q., Wang, Y., Liu, M., Zhao, Y., & Wang, X. (2016). Efficient generation of myostatin gene mutated rabbit by CRISPR/Cas9. *Scientific Reports*, 6, 25029. <https://doi.org/10.1038/srep25029>
- Ma, Y., Zhang, L., & Huang, X. (2014). Genome modification by CRISPR/Cas9. *The FEBS Journal*, 281(23), 5186–5193. <https://doi.org/10.1111/febs.12945>
- Maeder Morgan, L., & Gersbach Charles, A. (2016). Genome-editing Technologies for Gene and Cell Therapy. *Molecular Therapy*, 24 (3), 430–446. <https://doi.org/10.1038/mt.2016.10>
- Maeder Morgan, L., Thibodeau-Beganny, Stacey, Osiak, Anna, Wright, David A., Anthony, Reshma M., Eichtinger, Magdalena, Jiang, Tao, Foley, Jonathan, E., & Winfrey, Ronnie, J. (2008). “Open-Source” Engineering of Customized Zinc-Finger Nucleases for Highly Efficient Gene Modification. *Molecular Cell*, 31 (2), 294–301. doi:10.1016/j.molcel.2008.06.016.
- Mittal, Rama Devi. (2019). Gene Editing in Clinical Practice: Where are We? *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 34 (1), 19–25. doi:10.1007/s12291-018-0804-4.
- Morissette, M. R., Cook, S. C., Babcock, G. F., & Alway, S. E. (2009). Myostatin inhibits IGF-I-induced myotube hypertrophy through Akt. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 297(5), C1124–C1132. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00148.2009>
- Musunuru, K., et al. (2021). Proof-of-concept for in vivo base editing to inactivate the PCSK9 gene and lower LDL cholesterol. *Science Translational Medicine*, 13, eabj2196. doi:10.1126/scitranslmed.abj2196 gwern.netAHA JournalsOxford Academic
- Musunuru, K., et al. (2023). Phase 1b trial of VERVE 101 base editing therapy in patients with heterozygous familial hypercholesterolemia: LDL C reduction by 55%. *Circulation (AHA Abstract)*. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.122.062132 American College of CardiologyPharmacy TimesAHA Journals
- Nelson, C. E., Hakim, C. H., Ousterout, D. G., Thakore, P. I., Moreb, E. A., Rivera, R. M. C., Madhavan, S., Pan, X., Ran, F. A., Yan, W. X., Liang, X., Rios, X., Haurigot, V., Morizono, H., Mukherjee, K., Camarena, J., Leslie, C. S., Garcia, A., Foust, K. D., & Gersbach, C. A. (2023). In vivo genome editing improves muscle function in a mouse model of Duchenne muscular dystrophy. *New England Journal of Medicine*, 388(9), 857–868. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2309676>
- Nemudryi, A. A., Valetdinova, K. R., Medvedev, S. P., & Zakian, S. M. (2014). TALEN and CRISPR/Cas Genome Editing Systems: Tools of Discovery. *Acta Naturae*, 6 (3), 19–40. doi:10.32607/20758251-2014-6-3-19-40.
- Nishizawa-Yokoi, A., Saika, H., & Toki, S. (2021). Precision genome editing in plants via gene targeting and piggyBac-mediated marker excision. *Plant Journal*, 107 (1), 139–148. doi:10.1111/tbj.15240.
- Prowse, Thomas, A. A., Cassey, Phillip, Ross, Joshua, V., Pfitzner, Claire, Wittmann, Tanja, A., & Thomas, Peter. (2017). Dodging silver bullets: good CRISPR gene-drive design is critical for

- eradicating exotic vertebrates. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284 (1860), 20170799. doi:10.1098/rspb.2017.0799.
- Qu L., Yi Z., Zhu, S., Wang, C., Cao, Z., Zhou, Z., Yuan, P., Yu, Y., Tian, F., Liu, Z., Bao Y., Zhao, Y., Wei, W. (2019). Programmable RNA editing by recruiting endogenous ADAR using engineered RNAs. *Nature Biotechnology*, 37(9), 1059–1069. doi:10.1038/s41587-019-0178-z addgene.org/scispace.com
- Ran, F., Ann, Hsu, Patrick D., Wright, Jason, Agarwala, Vineeta, Scott, David, A., & Zhang, Feng. (2013). Genome engineering using the CRISPR-Cas9 system. *Nature Protocols*, 8 (11), 2281–2308. doi:10.1038/nprot.2013.143.
- Rees Holly, A., & Liu David, R. (2018). Base editing: precision chemistry on the genome and transcriptome of living cells. *Nature Reviews Genetics*, 19 (12), 770–788. doi:10.1038/s41576-018-0059-1.
- Rees Holly, A., & Liu David, R. (2022). Prime editing: advances and applications. *Nature Reviews Genetics*, 23 (8), 529–545. doi:10.1038/s41576-022-00493-6.
- Rohilla, K., Bhattacharya, R., & Tanwar, A. (2021). Recent advances in genome editing using the CRISPR-Cas9 system. *Indian Journal of Biotechnology*, 20(2), 110–121. <https://op.niscair.res.in/index.php/BT/article/view/23738>
- Ryu, S.-M., Koo, T., Kim, K., Lim, K., Baek, G., Kim, S. T., Kim, H. S., Kim, D. E., Lee, H., Chung, E., Kim, J. S. (2018). Adenine base editing in mouse embryos and an adult mouse model of Duchenne muscular dystrophy. *Nature Biotechnology*, 36(6), 536–539. doi:10.1038/nbt.4148 addgene.org/SpringerLink
- Sander Jeffrey, D., & Young, J. Keith. (2014). CRISPR-Cas systems for genome editing, regulation and targeting. *Nature Biotechnology*, 32 (4), 347–355. doi:10.1038/nbt.2842.
- Shah, A., Singh, A., Dasgupta, A., & Gupta, N. (2021). Genetic engineering: a review on tools, applications and challenges. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19 (1), 1–15. doi:10.1186/s43141-021-00245-9.
- Smits, A. H., Ziebell, F., Joberty, G., Zinn, N., Mueller, W. F., Clauder-Münster, S., Eberhard, D., Fälth Savitski, M., Grandi, P., Jakob, P., Michon, A.-M., Sun, H., Tessmer, I., Bürckstümmer, T., & Huber, W. (2019). Biological plasticity rescues target activity in CRISPR knock outs. *Nature Methods*, 16 (11), 1087–1093. doi:10.1038/s41592-019-0578-2.
- Sun, Y., Zhang, F., & Wu, W. (2022). Advances in base editing technologies for genome editing. *Cell Bioscience*, 12 (1), 1–15. doi:10.1186/s13578-022-00835-5.
- Teboul, L., Murray, S. A., & Nolan, P. M. (2017). Phenotyping first-generation genome editing mutants: a new standard? *Mammalian Genome*, 28 (7–8), 377–382. doi:10.1007/s00335-017-9708-y.
- Tian, X., Liu, X., Yang, D., Du, Y., Zhou, Y., Fu, Y., Zhao, X., & Li, D. (2021). Gene-editing strategies to model human diseases with non-human primates. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 6 (1), 1–14. doi:10.1038/s41392-021-00548-y.
- Villiger, L, et al. (2018). In vivo base editing to treat α 1 antitrypsin deficiency. *Circulation Research*, 123(7), 172–173. doi:10.1161/CIRCRESAHA.118.313229 Oxford Academicmhs.biol.ethz.ch
- Vishwakarma, P. (2021). Genome editing and its applications: A review. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 2(2), 124–132. Retrieved from <http://ijmrge.in/current-issue.php>
- Wang, H., Yang, H., Shivalila, C. S., Dawlaty, M. M., Cheng, A. W., Zhang, F., & Jaenisch, R. (2013). One-step generation of mice carrying mutations in multiple genes by CRISPR/Cas-mediated genome engineering. *Cell*, 153(4), 910–918. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.04.025>
- Xie, K., Yang, Y., & Jiang, L. (2020). Application of CRISPR/Cas9-based gene editing in crop improvement. *Journal of Genetics and Genomics*, 47 (5), 263–272. doi:10.1016/j.jgg.2020.04.001.

- Xu, R., Li, H., Wang, L., & Zhao, C. (2021). Advances in CRISPR/Cas technology and its application in agricultural crops. *Frontiers in Plant Science*, 12, 762169. doi:10.3389/fpls.2021.762169.
- Yang, H., Wang, H., Shivalila, C. S., Cheng, A. W., Shi, L., & Jaenisch, R. (2014). One-step generation of mice carrying reporter and conditional alleles by CRISPR/Cas-mediated genome engineering. *Cell*, 154(6), 1370–1379. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.08.022>
- Yang, L., Güell, M., Niu, D., George, H., Lesha, E., Grishin, D., Aach, J., Shrock, E., Xu, W., Poci, J., Cortazio, R., Wilkinson, R. A., Fishman, J. A., & Church, G. M. (2015). Genome-wide inactivation of porcine endogenous retroviruses (PERVs). *Science*, 350(6264), 1101–1104. <https://doi.org/10.1126/science.aad1191>
- Young, J. Keith, & Sander, Jeffrey, D. (2013). TALENs: a widely applicable technology for targeted genome editing. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 14 (1), 49–55. doi:10.1038/nrm3486.
- Zetsche, B., Gootenberg, J S., Abudayyeh, O. O., Slaymaker, I. M., Makarova, K. S., Essletzbichler, P., Volz, S. E., Joung, J., van der Oost, J., Regev, A., Koonin, E. V., & Zhang, F. (2015). Cpf1 is a single RNA-guided endonuclease of a class 2 CRISPR-Cas system. *Cell*, 163(3), 759–771. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.09.038>
- Zhang, Y., Guell, M., Byrne, S., Yang, J., & Church, G. (2015). Genome-wide inactivation of porcine endogenous retroviruses (PERVs). *Science*, 350(6264), 1101–1104. <https://doi.org/10.1126/science.aad1191>

Одержано редколегією 23.06.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.085.52

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.12>**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЗАКВАСОК ДЛЯ СИЛОСУВАННЯ****А. С. ЛУК'ЯНЕЦЬ, Д. С. ГОЛУБЧИК, С. Г. ДАНИЛЕНКО***Інститут продовольчих ресурсів НААН (Київ, Україна)**<https://orcid.org/0000-0002-2120-9909> – А. С. Лук'янець**<https://orcid.org/0000-0002-5129-6150> – Д. С. Голубчик**<https://orcid.org/0000-0003-4470-4643> – С. Г. Даниленко**svet1973@gmail.com*

Процес силосування є складною мікробіологічною та ферментативною системою, що залежить від багатьох факторів: властивостей рослинної сировини, умов зберігання, герметизації та використання заквасок. Недотримання технологічних умов може призвести до розвитку патогенних мікроорганізмів, утворення токсичних сполук та зниження якості корму й біогазового потенціалу. Застосування заквасок із молочнокислих бактерій, ферментів та інших мікроорганізмів дає змогу оптимізувати процес силосування, покращити стабільність продукту та підвищити ефективність подальшої біогазової ферментації.

Метою цієї роботи є аналіз особливостей процесів силосування та біогазової ферментації, з акцентом на роль заквасок для силосування як одного з ключових факторів впливу на вихід біометану. Розглянуто сучасні підходи до використання мікроорганізмів у технології силосування для покращення перетравності субстратів і підвищення ефективності анаеробної деградації. Окрему увагу приділено науковим дослідженням щодо застосування різних штамів молочнокислих бактерій, а також ферментативних добавок, що сприяють руйнуванню структурних компонентів рослинної маси, зокрема лігноцелюлози.

Проаналізовано недоліки сучасних досліджень, зокрема відсутність у багатьох публікаціях поправок на втрати сухої речовини або летких твердих речовин при силосуванні, що ускладнює порівняння ефективності різних заквасок та формує суперечливі висновки навіть у добре досліджених аспектах. Підкреслено потребу в експериментальних роботах, які б давали змогу коректно оцінити біогазовий потенціал силосованої сировини з урахуванням усіх критичних параметрів.

Ключові слова: силос, закваска, молочнокислі бактерії, метан, анаеробне зброджування, попередня обробка, аеробна стабільність

PROSPECTS OF USING SOURDOUGHTS FOR SILAGE MAKING**A. S. Lukianets, D. S. Holubchyk, S. G. Danylenko***Institute of Food Resources of the NAAS, Kyiv, Ukraine*

The ensiling process is a complex microbiological and enzymatic system that depends on many factors: the properties of plant raw materials, storage conditions, sealing and the use of starter cultures. Failure to comply with technological conditions can lead to the development of pathogenic microorganisms, the formation of toxic compounds and a decrease in the quality of feed and biogas potential. The use of starter cultures from lactic acid bacteria, enzymes and other microorganisms allows you to optimize the ensiling process, improve product stability and increase the efficiency of subsequent biogas fermentation.

The aim of this work is to analyze the features of the ensiling and biogas fermentation processes, with an emphasis on the role of starter cultures for ensiling as one of the key factors influencing biomethane yield. Modern approaches to the use of microorganisms in ensiling technology to improve substrate digestibility and increase the efficiency of anaerobic degradation

are considered. Special attention is paid to scientific research on the use of various strains of lactic acid bacteria, as well as enzymatic additives that contribute to the destruction of structural components of plant mass, in particular lignocellulose.

The shortcomings of modern research are analyzed, in particular, the lack of corrections for dry matter or volatile solids losses during ensiling in many publications, which complicates the comparison of the effectiveness of different starter cultures and generates contradictory conclusions even in well-studied aspects. The need for experimental work that would allow for a correct assessment of the biogas potential of ensiled raw materials, taking into account all critical parameters, is emphasized.

Keywords: silage, starter culture, lactic acid bacteria, anaerobic fermentation, pretreatment, aerobic stability

Вступ. Унаслідок зміни клімату, нестачі води, високої кількості або збільшення поголів'я тварин у багатьох регіонах планети люди стикаються з нестачею кормів для годування худоби, особливо фуражу, який має вагому роль у м'ясо-молочному тваринництві й забезпечує стабільну продуктивність та виробництво в галузі (Iqbal et al., 2015). Приклади включають країни Африки (Alimi et al., 2024), Азії, Північної Америки (Cordeiro et al., 2022) тощо. Для вирішення цієї проблеми усе більше розглядається виробництво силосу з харчових та сільськогосподарських відходів (Mohammadi et al., 2024), адже тільки в Канаді за рік виробляється близько 11,2 млн тонн відходів харчової промисловості, які можуть бути перероблені у силос високої якості (Rodriguez et al., 2024).

Силосування – це процес анаеробної ферментації вологого рослинного матеріалу, який завдяки розвитку специфічної мікробіоти та зниженню рН набуває характерних смакових якостей, забезпечує збереження поживних речовин та уникає псування протягом тривалого часу, що вигідно вирізняє його на фоні інших вологих кормів для худоби. Отриманий у результаті цього процесу продукт називається силосом.

Історія силосування почалася понад 3000 років тому, коли жителі древнього Єгипту та Греції зберігали цільнозернові культури шляхом завантаження їх у невеликі кам'яні будівлі, які обмежували доступ повітря – прототипи сучасних силосних бункерів. Попри той факт, що дана технологія відома людям із давніх часів, вона не зажила широкого використання аж до кінця XIX ст. Збільшення кількості та доступності подорожжя і прискорення обміну інформації призвело до зростання зацікавленості людей до виготовлення силосу. Техніка отримання вологого корму, яка заново розквітла на теренах Північної Європи, Німеччини та Балканського півострова, стрімко поширилася до Франції, а звідти – до решти Європи, США й Канади Wilkinson (Et al., 2015).

Великою перевагою силосування є його універсальність та можливість багатогалузевого застосування, як і будь-якої рослинної сировини (Du et al., 2023). Яскравим прикладом слугує той факт, що, хоча сам силос із самого початку використовувався в сільськогосподарській промисловості, люди також знайшли можливість використовувати його для виробництва біогазу, який застосовується у зовсім інших напрямках (Sun et al., 2021). Біогаз набув поширеного вжитку при генерації електроенергії та виробництві палива (забезпечує роботу бензинових та дизельних двигунів, турбін та мікротурбін, використовується в паливних елементах тощо), подається в газові мережі побутових споживачів, виступає вихідною сполукою при синтезі метанолу та його похідних. Із широкого кола можливих застосувань впливають і практичні наслідки – глобальне виробництво електроенергії на основі біогазу зросло з 2010 по 2019 рік на більш ніж 90%, досягаючи значень у 120 ГВт (Kabeyi et al., 2022). Викиди парникових газів унаслідок роботи електростанцій, які працюють на біогазі, є незначними у порівнянні з вугільними електростанціями, що показує великий потенціал для збереження навколишнього середовища та пом'якшення наслідків змін клімату за умови збільшення кількості біогазових електростанцій (Kumawat et al., 2024). Понад те, при вдумливому та організованому підході до застосування біогазу можна досягнути зменшення викидів парникових

газів на 97–107% (біогаз у паливі) та на 67–74% (біогаз у комбінованому виробництві тепла та електроенергії) (Lehtoranta et al., 2024).

Уперше добавки для силосування були застосовані на початку XX століття у вигляді меляси, призначенням якої було сприяти розвитку молочнокислих бактерій (МКБ) та перебігу ферментаційних процесів у рослинній сировині. Із тих пір цей напрямок зазнав багатостороннього вивчення і нині велика кількість різноманітних добавок, як біологічного, так і хімічного походження, доступна до використання. Їх можна поділити на 4 групи: стимулятори ферментації (закваски на основі бактерій, цукри, ферменти), інгібітори ферментації (мінеральні кислоти), абсорбенти (солома), інгібітори аеробного псування (закваски, пропіонова кислота) (Franco et al., 2016). Особливо складним питанням є використання заквасок для силосування при отриманні біогазу, оскільки інформація з різних джерел є суперечливою. Можливою перевагою є те, що деякі бактерії викликають деградацію біополімерів, які зазвичай не розкладаються під час силосування, наприклад, лігноцелюлози (Sun et al., 2021), однак робота в цьому напрямку означає необхідність ще більшої уваги до співвідношення кінцевий вихід біомаси-біогазу та ретельної систематизації усіх відомих фактів, які можуть вплинути на результат. Наявність такого аналізу дозволить встановити мікроорганізми та закваски, використання яких буде найбільш ефективним для отримання максимального виходу біогазу при силосуванні, а також дасть змогу визначити найперспективніші напрямки майбутніх досліджень.

Метою даної роботи є огляд особливостей проведення силосування та біогазової ферментації, а також ролі заквасок для силосування у цих процесах. Крім того, важливим завданням є вивчення досліджень, які стосуються використання різних мікроорганізмів у технології силосування у контексті оптимізації виробництва біогазу, порівняння їх ефективності та окреслення потенціалу для подальших експериментів.

Силосування: основи та роль заквасок. Характерні особливості проходження процесу силосування залежать від багатьох змінних: типу рослинної сировини, стадії її дозрівання та часу збору, довжини волокон після подрібнення, щільності запаковки та надійності герметизації тощо. Уся інформація, яка збиралася на протязі десятиріч, за правильної оцінки та застосування впливає на якість фінального продукту. Відомо, що підхід до підготовки та просушування рослин відбивається на вологості та втратах СР силосу, а відхилення від температурного оптимуму призводять до зміни швидкості ферментації й мікробного складу рослинного матеріалу під час її проходження, крім того – до зниження поживної цінності корму. При цьому температурний оптимум для мікроорганізмів становить 27–38°C, хоча ефективний процес може відбуватися навіть при 40°C. Проте важливо зазначити, що використання біологічних добавок на початку ферментації зазвичай знижує толерантність мікробіоти до високих температур на кілька градусів. Неправильно виконана або пошкоджена герметизація призводить до псування як готового, так і неготового продукту унаслідок розвитку дріжджів, цвілевих грибів, бацил та інших аеробних мікроорганізмів (наприклад, різниця у втраті СР між герметично упакованою і відкритою люцерною може досягати 71,6%) (Borreani et al., 2018; Mohd-Setapar et al., 2012), що у свою чергу зменшує вихід метану при отриманні біогазу (Surra et al., 2019).

Погано продумані або невдало реалізовані умови силосування можуть призводити до розвитку патогенів, синтезу токсинів та появи небезпечних хімічних речовин. При недотриманні правильної практики виготовлення силосу в рослинній сировині можуть розвиватися такі інфекційні агенти як *Clostridium botulinum* (спричиняє ботулізм великої рогатої худоби), *Listeria monocytogenes* (спричиняє лістеріоз), *Mycobacterium bovis* (спричиняє туберкульоз великої рогатої худоби) тощо. Прикладами токсинів можуть слугувати різні групи мікотоксинів, які мають негативний вплив на фізіологічні функції тварин та викликають гарячку, діарею, втрату ваги тощо, або рослинні токсини: фітоестрогени (призводять до зменшення або втрати фертильності), тропанові алкалоїди (спричиняють тахікардію, втрату координації, конвульсії, впадання в кому), піролізидинові алкалоїди (спричиняють цироз печінки, отруєн-

ня легень і можуть призводити до смерті), синільна кислота (викликають утворення піни з рота, дихальний параліч та смерть) і багато інших. Небезпечні хімічні речовини можуть бути як продуктом життєдіяльності мікроорганізмів (масляна кислота переважно синтезується клостридіями у погано ферментованому силосі й призводить до кетоацидозу), так і сполуками, які були присутні в рослинному матеріалі до силосування (нітрати (NO_3^-) накопичуються в рослинних тканинах і призводять до отруєння тварин нітритами (NO_2^-), що спричиняє дихальну недостатність, кому й смерть) (Driehuis et al., 2018; Kolečkář et al., 2024). Уникнення розвитку патогенів, накопичення токсинів та загалом отримання якісного продукту є важливим не тільки при використанні силосу в якості їжі для тварин – існують свідчення, що мікотоксини (афлатоксин, фумонізін) суттєво знижують утворення біогазу з контамінованої сировини (Kintl et al., 2023).

Спалах бичачого ботулізму на фермі у Західній Франції у 2015 році призвів до смерті майже 73% поголів'я великої рогатої худоби, а ймовірною його причиною був неналежний контроль за чистотою корму та недостатньо ретельний підхід до силосування (Relun et al., 2017). Натомість використання силосу вищого гатунку із якомога більшим вмістом СР підвищує продуктивність тварин та сприяє виробленню якісної молочної продукції (Craig et al., 2020).

Особливості підготовки та проходження силосування можуть напряду впливати на подальше отримання біогазу. Наприклад, зменшення розміру частинок рослинної сировини із 2,0 до 0,2 мм підвищує вихід біометану на 26% (Gallegos et al., 2017), а збільшення тривалості силосування із 44 до 119 днів – на 42% (Neureiter et al., 2005).

За умови правильної організації процесу, силосування поділяється на 4 фази (рис. 1) (Weinberg, 2023; Weinberg, 2008; Pahlow et al., 2003; Penagos-Tabares et al., 2022).

I фаза – початкова (аеробна) фаза. На даній фазі повітря все ще присутнє між частинками рослинної сировини, яка перебуває фактично в тому ж стані, у якому була завантажена до силосного сховища. рН має нейтральні значення близько 6,0–6,5, тому широкий спектр аеробних мікроорганізмів (дріжджі, цвілеві гриби, ентеробактерії) та ферментів зберігають свою активність. Тривалість фази може варіювати від 24 до 48 годин.

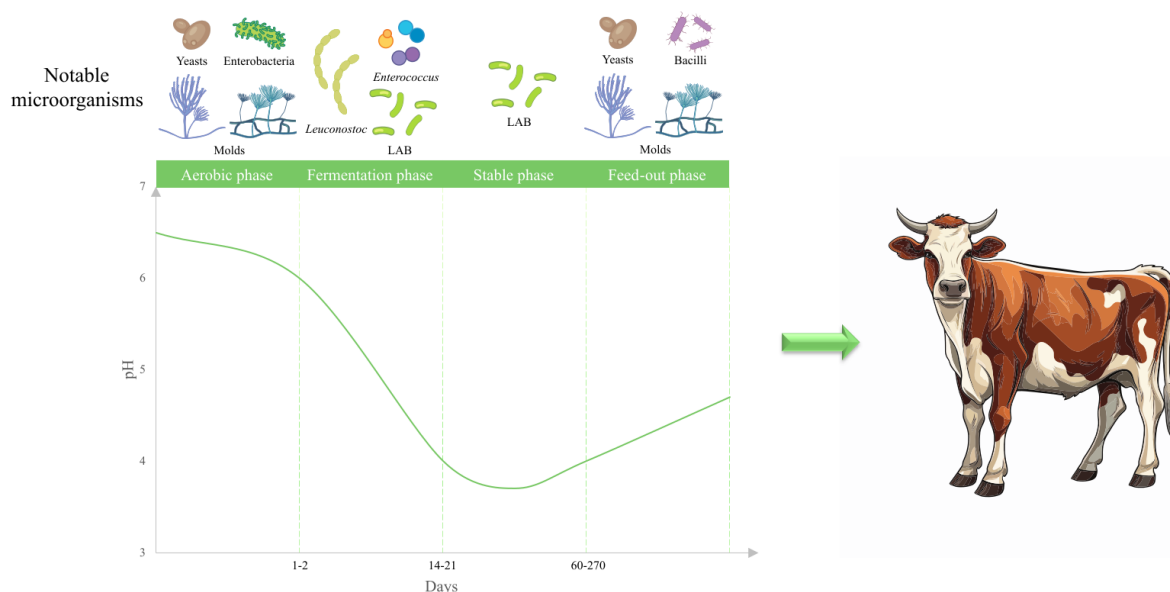


Рис. 1. Фази силосування

II фаза – ферментаційна фаза. Вона розпочинається, коли в рослинній сировині закінчується повітря, відповідно, починають активну діяльність анаеробні бактерії. Оскільки силосування по своїй суті є молочнокислим бродінням, то головну роль на цій фазі відіграють різні роди МКБ. Доки рН лишається порівняно високим, бактерії родів *Enterococcus* та *Leuconostoc* споживають цукри та сприяють його зниженню. При рН менше 5,0 бактерії ро-

дів *Lactobacillus*, *Lacticaseibacillus*, *Lactiplantibacillus*, *Latilactobacillus*, *Loigolactobacillus*, *Fructilactobacillus*, *Pediococcus* та інших починають переважати, а при рН менше 4,5 уже не можуть розмножуватися та призводити до псування продукту анаеробні патогенні бактерії на кшталт *Clostridium* spp. (Goldsztejn et al., 2020). МКБ продовжують знижувати рН до 3,7–4,0, коли процес активної ферментації припиняється.

Залежно від характеристик рослинної сировини, яка була використана для отримання силосу (вологість, вміст СР, вміст водорозчинних вуглеводів тощо) та від особливостей підходу до самого процесу силосування (впливають типи силосних сховищ, адже можуть використовуватися силосні бункери, силосні башти, силосні тюки і не тільки (Rafiuddin et al., 2017); матеріали, використані для герметизації, оскільки вони включають плівки різної товщини з поліетилену, поліаміду, етилен-вінілового спирту тощо (Neumann et al., 2021; Parra et al., 2021); інтервал часу між заповненням силосного сховища та його герметизацією (de Melo et al., 2023) і т. д.) тривалість фази становить 2–7 днів, а інколи може сягати кількох тижнів.

III фаза – стабільна фаза. Протягом кількох тижнів після завершення ферментаційних процесів у силосі не відбувається практично ніяких змін, оскільки рН уже знаходиться на досить низькому рівні, а вміст легкодоступних поживних речовин виснажений. Однак присутність певної кількості кислотостійких ферментів забезпечує постійне поповнення запасів водорозчинних вуглеводів унаслідок перебігу кислотного гідролізу запасних та структурних вуглеводів рослинної сировини, а протеази сприяють перетворенню комплексних нітрогенвмісних сполук у аміак. За рахунок цих процесів, а також логарифмічного скорочення кількості МКБ, тривалість стабільної фази може тривати достатньо довго.

Приблизно за 60 днів від початку силосування у силосі набуває активність інший вид МКБ, який до того переважно перебував у стані спокою – *Lentilactobacillus buchneri*. Особливістю цих бактерій є те, що вони належать до облігатних гетероферментативних МКБ і можуть переробляти молочну кислоту, яка до цього була головним фактором зниження рН, у оцтову кислоту та вуглекислий газ. Це призводить до зниження кислотності середовища, але також збільшує стійкість та довготривалість силосу на наступній фазі, оскільки оцтова кислота проявляє інгібуючий вплив на цвілеві гриби та дріжджі, які будуть розвиватися, коли до них почне надходити повітря.

IV фаза – фаза годування. Після розгерметизації силосного сховища, повітря потрапляє в силос на глибину до 2 м, що сприяє розвитку різних бацил, призводить до реактивації дріжджів, які виробляють етанол та CO₂, та спор цвілевих грибів (наприклад, *Aspergillus*, *Penicillium*), деякі види яких можуть виробляти мікотоксини, про що вже згадувалося раніше. Розмноження цих мікроорганізмів призводить до псування силосу, карамелізації його вуглеводів, потемніння поверхні та інших небажаних ефектів зі швидкістю, яка перевищує швидкість зниження поживної цінності загерметизованого корму більш ніж у 60 разів. За тиждень впливу кисню рН силосу може піднятися до значень вищих від 4,5, за 2 тижні – вищих від 6,5 (Dolci et al., 2011). Бажано уникати тривалого контакту рослинної маси з повітрям, оскільки це призводить до втрати СР, перешкоджає розвитку мікроорганізмів, які відповідають за утворення біогазу, та зумовлює суттєве зниження виходу метану (були зафіксовані значення у 40,7% за 9 днів) (Zhang et al., 2018).

Процес силосування фактично перебігає у замкненій системі й залежить від багатьох факторів, тому одним із найбільш надійних способів впливу на нього є використання добавок, серед яких великим інтересом як дослідників, так і представників сільськогосподарської промисловості користуються різні типи заквасок. При цьому варто зважати, що при внесенні бактеріальних культур можна добитися суттєвого зростання якості хорошого силосу або зміни його хімічних/поживних показників, але не можна уникнути псування погано підготовленого рослинного матеріалу або досягти значного поліпшення його характеристик (Yitbarek et al., 2014).

Закваски для силосування можна поділити на 4 групи (Muck et al., 2018; Arriola et al., 2011; Tang et al., 2023):

– Закваски з гомоферментативними МКБ. Є найдавнішою групою заквасок для силосування, яка активно використовується для досягнення швидкого зниження рН рослинного матеріалу й підвищення кількості МКБ у силосі, що обмежує можливості розвитку патогенних мікроорганізмів. Відбувається це за рахунок особливостей метаболізму гомоферментативних МКБ, які перетворюють гексози шляхом Ембдена-Меєргофа-Парнаса майже виключно в молочну кислоту. Варто зазначити, що в цій групі також використовуються закваски з факультативними гетероферментативними МКБ, які при відсутності гексоз можуть метаболізувати й пентози. Загалом, використання заквасок цього типу призводить до більшого вмісту СР в силосі (хоча присутні варіації залежно від виду рослини), більшого вмісту молочної та меншого вмісту оцтової кислот порівняно з необробленим силосом. Метааналіз, проведений (Adesogan et al., 2020), вказує на те, що використання заквасок цієї групи призводить до збільшення виробництва молока худобою, яка вживає отриманий силос.

– Закваски з облигатними гетероферментативними МКБ. Як уже згадувалося, ці бактерії метаболізують гексози та пентози до молочної та оцтової кислот і вуглекислого газу. Найбільшого поширення у практичній та науковій сферах набули штами *Ln. buchneri*, використання яких дозволяє досягти суттєвого зростання аеробної стабільності силосу при порівняно незначних (іноді до 1%) втратах СР.

– Комбіновані закваски з облигатними гетероферментативними МКБ і гомоферментативними або факультативними гетероферментативними МКБ. Дана група заквасок поєднує переваги двох попередніх: із одного боку, швидке вироблення молочної кислоти й відповідна антимікробна дія, із іншого – перетворення молочної кислоти до оцтової, що забезпечує захист від розвитку дріжджів та цвілевих грибів і підвищує аеробну стабільність. Прикладами таких заквасок є поєднання *Ln. buchneri* з *Lactiplantibacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, *Lacticaseibacillus casei*, *Lactococcus lactis*, *Enterococcus faecium* тощо. Метааналіз (Bernardi et al., 2019) показує, що використання комбінованих заквасок для отримання силосу з кукурудзи призводить до зниження виробництва молока худобою, однак це дослідження не стосується інших видів рослинної сировини і деякі його результати суперечать результатам, отриманим у інших роботах, наприклад, (Oliveira et al., 2017), тому дане питання потребує додаткового розгляду.

– Закваски з іншими бактеріями. На даний момент існують промислові закваски для силосування з *Acidipropionibacterium acidipropionici*, *Propionibacterium freudenreichii* та *Bacillus subtilis*, оскільки ці види здатні підвищувати аеробну стабільність силосу за рахунок виділення пропіонової кислоти та бактеріоцинів відповідно. Також дослідниками розглядаються *Streptococcus equinus*, який здатен до швидкого зниження рН рослинного матеріалу, і навіть деякі дріжджі, які пригнічують розвиток шкідливої мікрофлори. Окрім цього, деякі роботи вивчають застосування грибів, наприклад, *Aspergillus oryzae*, оскільки їх присутність у заквасці підвищує мікробну активність і, як наслідок, – використання клітковини кормів худобою.

Після розгляду усіх груп заквасок стає очевидним той факт, що жодна з них не надає широкого переліку переваг, позбавленого недоліків, а також не є універсальним рішенням для будь-якого типу сировини або умов силосування. У кожному конкретному випадку рішення про використання заквасок варто приймати на основі системи врахування головних побажань до готового продукту та компромісів стосовно його характеристик. Варто враховувати, що використання заквасок матиме суттєвий вплив на мікробний склад силосу і призводитиме до зниження різноманіття його мікробіоти (Keshri et al., 2019), при цьому внесення бактерій певного виду не гарантує розвитку саме цих бактерій у рослинній сировині, якщо протилежне вже не було підтверджене експериментальним шляхом (Cui et al., 2022).

Закваски для силосу як спосіб оптимізації біогазового процесу. Використання різних заквасок для силосування може мати значний вплив на розвиток та взаємозв'язки у мікробіоті рослинної сировини, а також на метаболізм основних метаболічних компонентів, таких як вуглеводи, амінокислоти, нуклеотиди, вітаміни тощо (Bai et al., 2021). Мікроорганізми сило-

су, у свою чергу, впливатимуть на мікробний склад біогазового реактора (Satpathy et al., 2016). У деяких дослідженнях, де силос отримували без застосування заквасок, узагалі не було виявлено статистично значущої різниці в кількості метану, одержаного з несилосованої та силосованої біомаси (Wu et al., 2021). Важливим є формування активної мікробної популяції, яка дозволить уникнути великих втрат СР силосу, адже це призводитиме до низького виробництва біогазу (Cui et al., 2021). Особливо корисними з цієї точки зору є МКБ – наприклад, процеси силосування, у яких домінували бактерії цієї групи (*Atopostipes*, *Lactobacillus*), дозволяли отримати силос із виробництвом метану на 7,1–9,6% вищим від контролю, у якому не було виявлено чітко сформованих домінуючих груп бактерій. Цей вихід також компенсував втрати при зберіганні (5,0–7,3%), що робило весь процес сам по собі енергетично доцільним (Sun et al., 2020). У таблиці підсумовано наявні в літературі закваски для силосування, ефективність яких щодо виробництва біогазу була досліджена.

Вплив заквасок на вихід біогазу

Закваска	Рослинна сировина	Ефект (порівняно з контролем)	Посилання
<i>Lpb. plantarum</i>	Кукурудза	Біогаз: без змін CH ₄ : без змін Інтенсивність газовиділення: без змін	(Sun et al., 2022)
<i>Lacticaseibacillus paracasei</i>		Біогаз: + 4,3% CH ₄ : + 17,1% Інтенсивність газовиділення: +7%	
<i>Lactiplantibacillus paraplantarum</i>		Біогаз: – 12,7%	(Vervaeren et al., 2010)
Bonsilage Mais® (<i>Lpb. plantarum</i> , <i>P. pentosaceus</i> , <i>Ln. buchneri</i>)		Біогаз: + 10,1%	
Sil-all 4 × 4® (<i>Lpb. plantarum</i> , <i>Ligilactobacillus salivarius</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>E. faecium</i> , α-амілаза, целюлаза, геміцелюлаза, пентозаназа)		Біогаз: без змін CH ₄ : без змін Вміст CH ₄ : без змін Інтенсивність газовиділення: + 11,5% на початку процесу; – 11,6% наприкінці процесу	(Menardo et al., 2015)*
Silo-King® GS (<i>Lpb. plantarum</i> , <i>P. pentosaceus</i> , <i>E. faecium</i>)		CH ₄ : без змін	(Herrmann et al., 2015)*
BIO-SIL® (<i>Lpb. plantarum</i>)		CH ₄ : без змін	
BioCool® (<i>Ln. buchneri</i> , β-глюканаза, ксиланаза)		CH ₄ : без змін	
PIONEER® 11CH4 (<i>Ln. buchneri</i>)		CH ₄ : без змін	
PIONEER® 11CFT (<i>Lcb. casei</i> , <i>Ln. buchneri</i>)		CH ₄ : без змін	
SILASIL ENERGY® (<i>Lpb. plantarum</i> , <i>Ln. buchneri</i>)		CH ₄ : без змін	(Haag et al., 2015)*
<i>Lpb. plantarum</i> , <i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i> , <i>Ln. buchneri</i>	Біогаз: без змін CH ₄ : без змін Вміст CH ₄ : без змін		
<i>Lpb. plantarum</i> , <i>Lcb. paracasei</i>	Щириця (амарант)	Біогаз: без змін CH ₄ : без змін Вміст CH ₄ : без змін	
<i>Ln. buchneri</i>		Біогаз: без змін CH ₄ : без змін Вміст CH ₄ : без змін	
	Кукурудза	Біогаз: без змін CH ₄ : без змін Вміст CH ₄ : без змін	(Kupryś-Caruk et al., 2021)*
	Спартіна гребінчаста	Біогаз: + 10% Вміст CH ₄ : без змін Ефективність: 99,8% (теор.)	

Продовження таблиці

PIONEER® 11CH4 (<i>Ln. buchneri</i>)	Спартіна гребінчаста	CH ₄ : 23% Вміст CH ₄ : без змін Інтенсивність газовиділення: без змін	(Kupryś-Caruk et al. 2023)
	Міскант гігантський	CH ₄ : без змін Вміст CH ₄ : без змін Інтенсивність газовиділення: + 60,6%	
	Андропогон Жерара	CH ₄ : без змін Вміст CH ₄ : без змін Інтенсивність газовиділення: + 34,1%	
	Просо протоподібне	CH ₄ : без змін Вміст CH ₄ : без змін Інтенсивність газовиділення: + 31,1 %	
<i>Levilactobacillus brevis</i>		CH ₄ : +13,1 % Інтенсивність газовиділення: + 30,3 %	(Zhao et al. 2017)
<i>Lv. brevis</i> + ксиланаза		CH ₄ : +17,4 % Інтенсивність газовиділення: + 51,2 %	
SILASIL ENERGY® (<i>Lpb. plantarum</i> , <i>Ln. buchneri</i>)	Кукурудза	CH ₄ : без змін	(Herrmann et al. 2011)*
	Гібрид сорго (<i>Sorghum bicolor</i> × <i>sudanense</i>)	CH ₄ : без змін	
	Жито посівне	CH ₄ : без змін	
	Тритикале	CH ₄ : без змін	
BONSILAGE PLUS (<i>Lpb. plantarum</i> , <i>P. pentosaceus</i> , <i>Ln. buchneri</i>)	Кукурудза	CH ₄ : без змін	
BIO-SIL® (<i>Lpb. plantarum</i>)		CH ₄ : без змін	
<i>Lpb. plantarum</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>Lcb. paracasei</i>	Міскант гігантський	CH ₄ : без змін	(Whittaker et al. 2016)
<i>Lv. brevis</i> , <i>Limosilactobacillus fermentum</i>		CH ₄ : без змін	
<i>Lpb. plantarum</i> , <i>Lcb. rhamnosus</i> , <i>Ln. buchneri</i>	Кава аравійська	Біогаз: + 158 % Вміст CH ₄ : +34 %	(Getachew et al. 2023)
Trilac® HC (<i>Lpb. plantarum</i> , <i>P. pentosaceus</i> , ксиланаза, β-глюканаза, галактомананаза) + меляса	Цукрова тростина	CH ₄ : +51,4 %	(Janke et al. 2019)*

*Роботи, які прямо зазначають, що при розрахунку виходу метану вносили поправку на зміну вмісту СР/летких твердих речовин (ЛТР) у біомасі при силосуванні.

Як видно з таблиці, інформація, отримана в різних дослідженнях, може бути суперечлива. Одним із важливих критеріїв, які важливо враховувати при оцінці наведених даних, є наявність коригування вмісту СР/ЛТР через їх втрати під час зберігання, що було показано у кількох незалежних роботах (Kreuger et al., 2011; Herrmann et al., 2011). Відсутність відповідних поправок може призводити до переоцінки кількості виробленого метану, через що видаватиметься, що певний мікроорганізм/закваска є перспективнішими, ніж насправді. Наприклад, у дослідженні (Getachew et al., 2023) не зазначено, що опубліковані дані були скориговані, і наведений вихід біогазу кратно перевищує усі інші літературні дані. Це може бути пов'язано з особливостями субстрату – кави аравійської, – подібних досліджень якого знайти не вдалося, але може бути й похибкою через відсутність поправки на зміну вмісту СР/ЛТР. Із метою забезпечення об'єктивності подальших висновків, для аналізу використовуватимуться переважно скориговані дані, а в разі зворотного – це буде прямо зазначено й уточнено.

Переважно внесення заквасок для силосування, які містять виключно МКБ, до свіжої або зів'ялої рослинної сировини не призводить до підвищення вироблення біогазу, виходу метану або вмісту метану в біогазі. Лише окремі роботи (Kupryś-Caruk et al., 2021) повідомляють про певні успіхи в цьому напрямку. Натомість більше свідчень є на користь того, що силосування прискорює вихід біогазу на початку АЗ і зменшує його вихід наприкінці процесу (Menardo et al., 2015). На це звертали увагу й автори ряду інших робіт, хоча невідомо, чи

вносили вони поправки на втрати СР/ЛТР у силосі: (Zhao et al., 2017) наголошували, що використання заквасок для силосування здатне суттєво підвищити швидкість біометанізації, а (Kupryś-Caruk et al., 2023) дійшли до висновку, що при їх застосуванні 90% усього біогазу виробляється за короткий період часу, – тобто внаслідок перебігу метаболічних та біохімічних процесів під час силосування більше речовин стають легко доступними для мікроорганізмів перших фаз АЗ (гідроліз, ацидогенез, ацетогенез), що й прискорює перетворення цих сполук і початок власне метаногенезу.

У своїй роботі (Herrmann et al., 2015) обґрунтовують, що, хоча закваски для силосування не змогли статистично значущо підвищити вихід метану, вони суттєво підвищили аеробну стабільність силосу при впливі на нього кисню у період від кількох годин до кількох діб – обов’язковий етап при завантаженні готового продукту у біогазові реактори. Відсутність такої стійкості призводить до втрати СР, деградації молочної та оцтової кислот, зменшення вмісту спиртів. Їх дослідження показало, що після 49 днів силосування найменш стійким до аеробної деградації є силос, у який додавали закваски виключно із факультативними гетероферментативними (іноді за основним типом метаболізму класифікуються як гомоферментативні) МКБ (*Lpb. plantarum*), і лише на другому місці йде контроль без жодних добавок. Найвищу ж аеробну стабільність показав силос, інокульований заквасками із *Ln. buchneri*, *Ln. buchneri* + ферменти, *Ln. buchneri* + *Lcb. casei*, *Ln. buchneri* + *Lpb. plantarum* (статистична значущість між ними не виявлена).

Також доведено, що силосування не збільшує фактичний вихід біогазу, але є хорошим методом для збереження сировини. У якості пояснення швидкого виділення метану на початку АЗ, отриманого в дослідженні, вони запропонували посилене виділення спиртів завдяки внесенню заквасок. Подібні результати пропонують і інші автори (Menardo et al., 2015). У огляді (Herrmann et al., 2016), який розглядав характеристики 405 силосів, 43 видів рослин, було виявлено, що, по-перше, чим більше в рослині лігніну, тим меншим буде вихід метану, а по-друге, накопичення масляної кислоти та спиртів мають позитивний вплив на утворення біогазу. Дослідження (Herrmann et al., 2011) узагалі показало, що 75–96% змін у кількості отриманого з силосу метану припадає на оцтову й масляну кислоти та етанол. У окремих роботах, де було зафіксовано збільшення виходу біогазу після застосування заквасок, було також виявлено підвищене накопичення оцтової та пропіонової кислот (Kupryś-Caruk et al., 2021). Наявні дані показують, що головними факторами, які відіграють роль у швидкому накопиченні біометану, є леткі жирні кислоти та етанол. Робота (Kupryś-Caruk et al., 2023), у якій відбувалося зростання виходу метану зі збільшенням накопичення ацетату, але не лактату, вказує на те, що акумуляція попередника оцтової кислоти (молочна кислота для метаболічних шляхів деяких МКБ (Oude Elferink et al. 2001) не є стимулятором біометанізації.

За утворення летких жирних кислот у силосі відповідають переважно облигатні гетероферментативні МКБ (Sun et al., 2023; Eikmeyer et al., 2013), тоді як факультативні гетероферментативні виробляють їх у невеликих кількостях (Liu et al., 2022; Rahman et al., 2017). Закваски з обома типами МКБ можуть зменшувати втрати СР та збільшувати накопичення молочної й оцтової кислот (Whittaker et al., 2016), що, відповідно, матиме позитивний вплив як на аеробну стійкість, так і на швидкість продукування біометану. Як уже згадувалося, внесення заквасок до рослинної сировини має значний вплив на подальшу мікробну популяцію силосу і на перебіг біохімічних реакцій (Bai et al., 2021). Наслідком цього є те, що використання факультативних гетероферментативних МКБ може все одно призводити до накопичення оцтової кислоти. Наприклад, у дослідженні (коригування на зміну вмісту СР/ЛТР не зазначене, але наявні інші закваски, які показали відсутність результатів) (Sun et al., 2022) внесення *Lpb. paraplantarum* привело до зменшення вмісту масляної кислоти на 38% і збільшення вмісту оцтової кислоти на 40%. Окрім того, здатність до накопичення летких жирних кислот у певних межах залежить від характеристик штаму – виділені (Leite et al., 2025) штами *Lpb. plantarum* накопичували від 9,93 до 40,41 г/кг ацетату при силосуванні сорго за однакових умов.

Хоча з наведених даних переважно складається враження, що варто зосереджувати увагу на заквасках на основі облигатних гетероферментативних МКБ, особливо *Ln. buchneri*, яка зустрічається у багатьох роботах, у такого підходу можуть бути свої недоліки. Як вважають автори статті (McEniry et al., 2014), використання цього типу МКБ може призводити до втрат СР та енергії, що не буде компенсовано позитивними факторами такого підходу до процесу. Зазначають (Herrmann et al., 2015), що на 0,3–2,5% більше втрат СР при силосуванні порівняно з контролем є типовим явищем при використанні облигатних гетероферментативних МКБ. Натомість автори статей (Vervaeke et al., 2010; Menardo et al., 2015) вказують, що втрати СР у силосі, який був оброблений гомоферментативними і факультативними гетероферментативними МКБ, а також ентерококами, у їхніх дослідженнях знаходяться в межах норми, хоча різниця втрат із необробленими силосами в одному випадку склала 2,8% (Menardo et al., 2015).

Перспективи розвитку та невирішені питання. Незалежно від обсягу та режиму виробництва біогазу, завжди актуальним лишається питання збільшення вмісту в ньому метану задля підвищення його ефективності. Наприклад, неоптимізований АЗ на основі кукурудзяного силосу може продукувати біогаз, який містить усього 50% метану (Vítězová et al., 2021), а ретельно відпрацьований і налагоджений процес даватиме біогаз із вмістом метану 76,7% у найкращому випадку (Li et al., 2020), що все ще менше від вмісту метану в природному газі (Aravani et al., 2022). Найбільшу популярність в науковому середовищі на даний момент має захоплення вуглекислого газу різними способами (технології мембранного розділення (Xu et al., 2024; Tomczak et al., 2024; Guerrero Piña et al., 2024), біоконверсія CO₂ за допомогою мікроорганізмів (Chaikitkaew et al., 2024), водне промивання (water scrubbing), амінове промивання, адсорбція при зміні тиску (pressure swing adsorption) (Khan et al., 2021), серед яких значну перспективність мають електрохімічні системи (Mohammadpour et al., 2025). Останнім часом серед них особливо набувають поширення системи мікробного електросинтезу, які поєднують мікробний метаболізм із електрохімічними реакціями, що дозволяє отримувати високоефективні та перспективні технології захоплення Карбону (Chung et al., 2024). Іноді такі технології можуть застосовуватися для одночасного синтезу речовин на основі Карбону, що дозволяє поєднати кілька процесів та досягти суттєво вищого рівня економічності процесу. Наприклад, (Das et al. 2024) завдяки мікробному електросинтезу змогли отримувати 70,55 г/(м²·день) оцтової кислоти з CO₂, виділеного з біогазу, за допомогою однієї електросинтетичної комірки. Важливим також є видалення H₂S з газової суміші, оскільки його високий вміст може призводити до швидкого зношення та пошкодження двигунів внутрішнього згоряння. Для цього процесу також активно розробляються різні фільтраційні технології, у тому числі з використанням мікроорганізмів (Ibrahim et al., 2022; Muñoz et al., 2023). Впровадження цих технологій та їх поєднання з отриманням біогазу з силосу із заквасками дозволить розкрити повний потенціал рослинної сировини, що особливо важливо в умовах постійного скорочення доступних земельних угідь для вирощування сільськогосподарських та енергетичних культур (Arumugam, 2025).

Іншою проблемою при промисловому виробництві біогазу є контроль та моніторинг АЗ у великих об'ємах, де невеликі відхилення означають значні втрати продукту. Із усе більшим поширенням штучних нейронних мереж, широкого кола застосувань набувають методи машинного навчання – і їх активно впроваджують для передбачення перебігу та оптимізації процесів біометанізації, у тому числі лігноцелюлозовмісних субстратів на кшталт силосу, що відповідно означатиме збільшення обсягів та якості отриманого біогазу (Salamattalab et al., 2024; Sonwai et al., 2023; Ling et al., 2024).

Розглядаючи перспективи саме у сфері заквасок для силосування, варто відзначити, що на фоні постійного зростання потреби в екологічно прийнятному та доступному біопаливі, включно з біогазом, одним із найбільш актуальних на даний момент є питання отримання генно-модифікованих штамів мікроорганізмів, особливо зі здатністю виробляти лігноцелюлозоруйні ферменти (Banu et al., 2021). Такий підхід дозволить суттєво зменшити витрати

у подальшій перспективі, при цьому досягаючи максимальних показників ефективності та обсягів виробництва біогазу. Іншою його перевагою є уникнення зниженої продуктивності, яка іноді супроводжує поєднання МКБ зі сторонніми ферментами (Liu et al., 2019). Уже є природні штами МКБ, які виробляють ферменти, здатні розкласти складні рослинні біополімери. Наприклад (Kurtyś-Caruk et al., 2021), описали *Ln. buchneri* M B/00077, який має гени, що кодуєть ендо-1,4-ксилазазу та β -ксилозидазу, і, відповідно, виробляє їх.

Прикладом успішного впровадження такої технології може бути робота (Liu et al., 2019), які перенесли гени целюлази із *Trichoderma reesei* до *L. lactis*, унаслідок чого генномодифіковані штами були здатні продукувати ендоглюконазу, целобіогідролазу та β -глюкозидазу. Силос, отриманий із використанням нових штамів, мав меншу кількість лігноцелюлози, геміцелюлози та целюлози, а також клітковини, і вирізнявся нижчим рН та кількістю спор клостридій.

Окрім того, великою точністю та ефективністю редагування генома характеризується система CRISPR/Cas9, яка вже знайшла застосування у багатьох роботах для підвищення продуктивності мікроорганізмів і отримання збільшених обсягів біопалива (Banu et al., 2021). При цьому досліджень, у яких би вона використовувалася для отримання заквасок для силосування із поліпшеною лігноцелюлозоруйнівною здатністю, знайти не вдалося, що підкреслює необхідність розгляду цього напрямку в майбутньому.

Значним невирішеним питанням, пов'язаним із заквасками для силосування для отримання біогазу і з отриманням біогазу з силосу загалом є відсутність внесення поправок на зміну кількості СР/ЛТР під час силосування, попри те, що багато робіт вказують на потребу її урахування й існують різні підходи та формули для здійснення цього (Kreuger et al., 2011; Pakarinen et al., 2011; Weibbach et al., 2008; Plöchl et al., 2009; Li et al., 2017; Hillion et al., 2018). Важливим етапом досліджень є обробка експериментальних даних із необхідними корекціями, щоб отриману інформацію можна було обробляти, порівнювати зі свідченнями інших авторів і використовувати на практиці.

Висновки. Відсутність поправок виходу біометану на втрати СР/ЛТР під час силосування у багатьох роботах ускладнює оцінку ефективності різних заквасок і може призводити до суперечливих висновків навіть у добре вивчених аспектах теми. Унаслідок цього, необхідним є проведення експериментальних досліджень у цьому напрямку для розв'язання численних питань та вибору найкращих стратегій подальшого розвитку.

На даний момент, найбільш ефективними заквасками для силосування з метою отримання біогазу видаються комбіновані закваски, які містять МКБ з різних груп та ферменти. Перспективними мікроорганізмами є *Ln. buchneri*, *Lpb. plantarum*, *P. pentosaceus*, а з інших бактерій також використовувалася *E. faecium*. Ферменти мають добиратися за здатністю розкласти лігноцелюлозу, а також за їхньою продуктивністю у складі закваски. Підтверджену на практиці ефективність мають β -глюканаза, ксилаза та галактомананаза.

Окремі елементи рисунків були отримані з <https://www.vecteezy.com/> та <https://scidraw.io/>.

REFERENCES

- Adesogan, A. T., & Arriola, K. G. (2020). Bacterial inoculants for improving silage quality and animal performance. Department of Animal Science.
- Alimi, N., Assani, A. S., Worogo, H. S., Baco, N. M., & Traoré, I. A. (2024). Livestock feed resources used as alternatives during feed shortages and their impact on the environment and ruminant performance in West Africa: a systematic review. *Front. Vet. Sci.*, 11, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1352235>
- Aravani, V. P., Sun, H., Yang, Z., Liu G., Wang, W., Anagnostopoulos, G., Syriopoulos, G., Charisiou, N. D., Goula, M. A., Kornaros, M., & Papadakis, V. G. (2022). Agricultural and livestock sector's residues in Greece & China: Comparative qualitative and quantitative characterization for assessing their potential for biogas production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154, 111821. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111821>

- Arriola, K. G., Kim, S. C., Staples, C. R., & Adesogan, A. T. (2011). Effect of applying bacterial inoculants containing different types of bacteria to corn silage on the performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 94(8), 3973–9. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4070>
- Arumugam, R. (2025). Assessing the Impact of Agricultural Land Reduction on Future Global Food Security: Challenges and Sustainable Solutions. *Indian Journal of Natural Sciences*, 15(88), 89066–89083
- Bai, B. J., Ding, Z., Ke, W., Xu, D., Wang, M., Huang, W., Zhang, Y., Liu, F., & Guo, X. (2021). Different lactic acid bacteria and their combinations regulated the fermentation process of ensiled alfalfa: ensiling characteristics, dynamics of bacterial community and their functional shifts. *Microb. Biotechnol.*, 14(3), 1171–1182. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13785>
- Banu, J. R., Kumar, G., & Chattopadhyay, I. (2021). Management of microbial enzymes for biofuels and biogas production by using metagenomic and genome editing approaches. *3 Bio-tech.*, 11(10), 429. <https://doi.org/10.1007/s13205-021-02962-x>
- Bernardi, A., Haster, C. J., Silva, A. W. L., Reis, R. A., & Rabelo, C. H. S. (2019). A meta-analysis examining lactic acid bacteria inoculants for maize silage: Effects on fermentation, aerobic stability, nutritive value and livestock production. *Grass Forage Sci.*, 74(4), 596–612. <https://doi.org/10.1111/gfs.12452>
- Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R. J., Holmes, B. J., & Muck, R. E. (2018). Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5). <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837>
- Chaikitkaew, S., Wongfaed, N., Mamimin, C. S., O-Thong, & Reungsang, A. (2024). Conversion of carbon dioxide in biogas into acetic acid by *Clostridium thailandense* immobilized on porous support materials. *Heliyon*, 10(4), e26378, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26378>
- Charles, Obinwanne Okoye, Yanfang, Wu, Yongli, Wang, Lu, Gao, Xia, Li, & Jianxiong, Jiang (2023). Fermentation profile, aerobic stability, and microbial community dynamics of corn straw ensiled with *Lactobacillus buchneri* PC-C1 and *Lactobacillus plantarum* PC1-1. *Microbiological Research*, 270, 127329. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2023.127329>
- Chung, T. H., Dhillon, S. K., Shin, C., Pant, D., & Dhar, B. R. (2024). Microbial electrosynthesis technology for CO₂ mitigation, biomethane production, and ex-situ biogas upgrading. *Biotechnology Advances*, 77, 108474. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2024.108474>
- Cordeiro, M. R. C., Mengistu, G., Pogue, S. J., Legesse, G., Gunte, K. E., Taylor, A. M., Ominski, K. H., Beauchemin, K. A., McGeough, E. J., Faramarzi, M., & McAllister, T. A. (2022). Assessing feed security for beef production within livestock-intensive regions. *Agric. Syst.*, 196. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2021.103348>
- Craig, A., Gordon, A. W., Stewart, S., & Ferrisa, C. P. (2020). Supplementation strategies for lactating dairy cows offered very high quality grass silages: Starch-based or fibre-based concentrates offered with or without straw. *Livest. Sci.*, 234, 103973 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.103973>
- Cui, X., Sun, H., Wen, X., Sobhi, M., Guo, J., & Dong, R. (2021). Urea-assisted ensiling process of wilted maize stover for profitable biomethane production. *Sci. Total Environ.* 757, (25), 143751. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143751>
- Cui, X., Yang, Y., Zhang, M., Jiao, F., Gan, T., Lin, Z., Huang, Y., Wang, H., Liu, S., Bao, L., Su, C., & Qian, Y. (2022). Optimized Ensiling Conditions and Microbial Community in Mulberry Leaves Silage With Inoculants. *Front. Microbiol.*, 2(13), 813363. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.813363>
- Das, S., Cheela, V. R. S., Dubey, B. K., & Ghangrekar, M. M. (2024). Design and operation of pilot-scale microbial electrosynthesis for the production of acetic acid from biogas with economic and environmental assessment. *Heliyon*, 29, 10(21), e39950. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39950>
- Dolci, P., Tabacco, E., Cocolin, L., & Borreani, G. (2011). Microbial dynamics during aerobic exposure of corn silage stored under oxygen barrier or polyethylene films. *Appl. Environ. Microbi-*

- ol., 77(21), 7499–507. <https://doi.org/10.1128/AEM.05050-11>
- Driehuis, F., Wilkinson, J. M., Jiang, Y., Ogunade, I., & Adesogan, A. T. (2018). Silage review: Animal and human health risks from silage. *Journal of Dairy Science*, 101(5). <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13836>
- Du, Z., Yamasaki, S., Oya, T., & Cai, Y. (2023). Cellulase-lactic acid bacteria synergy action regulates silage fermentation of woody plant. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, 16(1), 125. <https://doi.org/10.1186/s13068-023-02368-2>
- Eikmeyer, F. G., Köfinger, P., Poschenel, A., Jünemann, S., Zakrzewski, M., Heinel, S., Mayrhober, E., Grabherr, R., Pühler, A., Schwab, H., & Schlüter, A. (2013). Metagenome analyses reveal the influence of the inoculant *Lactobacillus buchneri* CD034 on the microbial community involved in grass ensiling. *J. Biotechnol.*, 10, 167(3), 334–43. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2013.07.021>
- Franco, T. R., Buffière, P., & Bayard, R. (2016). Ensiling for biogas production: Critical parameters. A review. *Biomass and Bioenergy*, 94. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.08.014>
- Gallegos, D., Wedwitschka, H., Moeller, L., Zehnsdorf, A., & Stinner, W. (2017). Effect of particle size reduction and ensiling fermentation on biogas formation and silage quality of wheat straw. *Bioresour. Technol.*, 245(Pt A), 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.137>
- Getachew, M. T., Hiruy, A. M., Mazharuddin, M. M., Mamo, T. T., Feseha, T. A., & Mekonnen, Y. S. (2023). Effect of chemical and biological additives on production of biogas from coffee pulp silage. *Sci Rep.*, 27, 13(1), 12199. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39163-w>
- Goldsztejn, M., Grenda, T., Kozieł, N., Sapała, M., Mazur, M., Sieradzki, Z., Król, B., & Kwiatek, K. (2020). Potential determinants of *Clostridium* spp. occurrence in Polish silage. *J. Vet. Res.*, 6, 64(4), 549–555. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2020-0075>
- Guerrero Piña, J. C., Alpízar, D., Murillo, P., Carpio-Chaves, M., Pereira-Reyes, R., Vega-Baudrit, J., & Villarreal, C. (2024). Advances in mixed-matrix membranes for biorefining of biogas from anaerobic digestion. *Front Chem.*, 3, 12, 1393696. <https://doi.org/10.3389/fchem.2024.1393696>
- Haag, N. L., Nägele, H. J., Fritz, T., & Oechsner, H. (2015). Effects of ensiling treatments on lactic acid production and supplementary methane formation of maize and amaranth--an advanced green biorefining approach. *Bioresour. Technol.*, 178, 217–225. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.08.048>
- Herrmann, C., Heiermann, M., & Idler, C. (2011). Effects of ensiling, silage additives and storage period on methane formation of biogas crops. *Bioresour. Technol.*, 102(8), 5153–5161. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.01.012>
- Herrmann, C., Idler, C., & Heiermann, M. (2016). Biogas crops grown in energy crop rotations: Linking chemical composition and methane production characteristics. *Bioresour. Technol.*, 206, 23–35. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.01.058>
- Herrmann, C., Idler, C., & Heiermann, M. (2015). Improving aerobic stability and biogas production of maize silage using silage additives. *Bioresour. Technol.*, 197, 393–403. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.08.114>
- Hillion, Marie-Lou, Moscoviz, R., Trably, E., Leblanc, Y., Bernet, N., Torrijos, M., & Escudi, R. (2018). Co-ensiling as a new technique for long-term storage of agro-industrial waste with low sugar content prior to anaerobic digestion. *Waste Manag.*, 71. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.024>
- Ibrahim, R., El Hassni, A., Navaee-Ardeh, S., & Cabana, H. (2022). Biological elimination of a high concentration of hydrogen sulfide from landfill biogas. *Environ Sci Pollut Res Int. Jan*, 29(1), 431–443. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15525-7>
- Iqbal, M. A., & Iqbal, A. (2015). Overviewing forage shortage for dairy animals and suitability of forage sorghum for ensiling. *Glob. Vet.*, 14(2). 10.5829/idosi.gv.2015.14.02.92128

- Kabeyi, M. J. B., & Olanrewaju, O. A. (2022). Biogas Production and Applications in the Sustainable Energy Transition. *J. Energy*, 1–43. <https://doi.org/10.1155/2022/8750221>
- Keshri, J., Chen, Y., Pinto, R., Kroupitski, Y., Weinberg, Z. G., & Sela Saldinger, S. (2019). Bacterial Dynamics of Wheat Silage. *Front Microbiol.*, 9(10), 1532. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01532>
- Kintl, A., Vítěz, T., Huňady, I., Sobotková, J., Hammerschmiedt, T., Vítězová, M., Brtnický, M., Holátko, J., & Elbl, J. (2023). Effect of Mycotoxins in Silage on Biogas Production. *Bioengineering*, 10(12), 1387. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10121387>
- Khan, M. U., En Lee, J. T., Bashir, M. A., Dissanayake, P. D., Yong, Ok S., Tong, Y. W., Shariati, M. A., Wu, S., & Ahring, B. K. (2021). Current status of biogas upgrading for direct biomethane use: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 149, 111343, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111343>
- Kolečkář, J., Mrkvicová, E., & Šťastník, O. (2024). Effect of Silage Quality on the Health and Performance of High-Producing Dairy Cows: A review. *Acta fytotechn Zootech*, 27(4), 266–276.
- Kreuger, E, Nges, I.A., & Björnsson, L. (2011). Ensiling of crops for biogas production: effects on methane yield and total solids determination. *Biotechnol Biofuels*, 27(4), 44. <https://doi.org/10.1186/1754-6834-4-44>
- Kumawat, R., Gidwani, L., & Rana, K. B. (2024). Comparative analysis of life cycle assessment of biogas-powered and coal-powered power plant for optimized environmental operation. *Heliyon. Elsevier Ltd*, 10(20), e39155. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39155>
- Kupryś-Caruk, M., Chońska, R., Dekowska, A., & Piasecka-Jóźwiak, K. (2021). Silage quality and biogas production from *Spartina pectinata* L. fermented with a novel xylan-degrading strain of *Lactobacillus buchneri* M B/00077. *Sci. Rep.*, 23, 11(1), 13175. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92686-y>
- Kupryś-Caruk, M., Lisowski, A., & Chomontowski, C. (2023). The effect of silage additive on the kinetics of biogas production from lignocellulosic perennial crops. *J. Water L. Dev.*, 56, 58–66 <https://doi.org/10.24425/jwld.2023.143745>
- Lehtoranta, S., Tampio, E., Rasi, S., Laakso, J., Vikki, K., & Luostarinen, S. (2024). The implications of management practices on life cycle greenhouse gas emissions in biogas production. *J. Environ. Manage. Elsevier Ltd*, 366, 121884. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121884>
- Leite, G. M., Santos, E. M., de Oliveira, J. S., Pereira, D. M., de Oliveira, C. J. B., Cavalcanti, J. V. F. L., de Lima, V. M. R., de Lima, J. P. V. d. M. F., Gomes, P. G. B., & Edvan, R. L. (2025). Isolation of Acetic Acid-Producing Bacterial Strains and Utilization as Microbial Inoculants in Sorghum Silages. *Agriculture*, 15, 241. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030241>
- Li, Y., Hua, D., Xu, H., Jin, F., Mu, H., Zhao, Y., & Fang, X. (2020). Acidogenic and methanogenic properties of corn straw silage: Regulation and microbial analysis of two-phase anaerobic digestion. *Bioresour Technol*, 307, 123180. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123180>
- Li, L., Yuan, Z., Sun, Y., Kong, X., Dong, P., & Zhang, J. (2017). A reused method for molasses-processed wastewater: Effect on silage quality and anaerobic digestion performance of *Pennisetum purpureum*. *Bioresour Technol.*, 241, 1003–1011. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.04.117>
- Ling, J. Y. X., Chan, Y. J., Chen, J. W., Chong, D. J. S., Tan, A. L. L., Arumugasamy, S. K., & Lau, P. L. (2024). Machine learning methods for the modelling and optimisation of biogas production from anaerobic digestion: a review. *Environ Sci Pollut Res Int.*, 31(13), 19085–19104. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32435-6>
- Liu, J., Zuo, X., Peng, K., He, R., Yang, L., & Liu, R. (2022). Biogas and Volatile Fatty Acid Production During Anaerobic Digestion of Straw, Cellulose, and Hemicellulose with Analysis of Microbial Communities and Functions. *Appl Biochem Biotechnol.*, 194(2), 762–782. <https://doi.org/10.1007/s12010-021-03675-w>

- Liu, Q., Li, J., Zhao, J., Wu, J., & Shao, T. (2019). Enhancement of lignocellulosic degradation in high-moisture alfalfa via anaerobic bioprocess of engineered *Lactococcus lactis* with the function of secreting cellulase. *Biotechnol. Biofuels.*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13068-019-1429-4>
- McEniry, J., Allen, E., Murphy, J.D., & O'Kiely, P. (2014). Grass for biogas production: The impact of silage fermentation characteristics on methane yield in two contrasting biomethane potential test systems, *Renewable Energy*, 63, 524–530. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.09.052>
- de Melo, N. N., Carvalho-Estrada, P. d. A., Tavares, Q. G., Pereira, L. d. M., Delai Vigne, G. L., Camargo Rezende, D. M. L., & Schmidt, P. (2023). The Effects of Short-Time Delayed Sealing on Fermentation, Aerobic Stability and Chemical Composition on Maize Silages. *Agronomy*, 13(1), 223. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010223>
- Menardo, S., Balsari, P., Tabacco, E., & Borreani, G. (2015). Effect of Conservation Time and the Addition of Lactic Acid Bacteria on the Biogas and Methane Production of Corn Stalk Silage. *Bioenerg. Res.*, 8, 1810–1823. <https://doi.org/10.1007/s12155-015-9637-7>
- Mohammadi, B., Heydari, M., Abdolkhani, D., & Cheshmeh, S. E. J. S. (2024). Producing Silage from Food and Agricultural Waste and Fodder Using Microorganisms: A Review. *Asian J. Res. Rev. Agric.*, 6(1), 49–57. <https://prh.globalpresshub.com/review-history/1539>
- Mohammadpour, H., Cheng, K. Y., Pivrikas, A., & Ho, G. (2025). A review of biogas upgrading technologies: key emphasis on electrochemical systems. *Water Sci Technol.*, 91(2), 93–116. <https://doi.org/10.2166/wst.2024.394>
- Mohd-Setapar, S. H., Abd-Talib, N., & Aziz, R. (2012). Review on Crucial Parameters of Silage Quality. *APCBEE Procedia*, 3, 99–103. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.06.053>
- Muck, R. E., Nadeau, E. M. G., McAllister, T. A., Contreras-Govea, F. E., Santos, M. C., & Kung, L. Jr. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *J. Dairy Sci.*, 101(5), 3980–4000. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13839>
- Muñoz, C. C., Korshin, R., Naddeo, G., Belgiorio, V., Zarra, V., & Tiziano. (2023). Biological desulfurization of biogas: A comprehensive review on sulfide microbial metabolism and treatment biotechnologies. *Science of The Total Environment.*, 893, 164689. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164689>
- Neumann, M., Cristo, F. B., Pontarolo, G. B., Silva, M. R. H. da, Heker Junior, J. C., Sidor, F. de S., & Machado, M. P. (2021). Effects of the types of sealing on chemical-fermentation characteristics of corn silage from the feed out face of trench silos. *Semina: Ciências Agrárias*, 42(3Supl1), 1891–1908. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n3Supl1p1891>
- Neureiter, M., Teixeira Pereira dos Santos, J., Perez Lopez, C., Pichler, H., Kirchmayr, R., & Braun, R. (2005). Effect of silage preparation on methane yields from whole crop maize silages. *Proc. 4th Int. 89 Symp. Anaerob. Dig. Solid Waste*, 1, 109–115.
- Oliveira, A. S., Weinberg, Z. G., Ogunade, I. M., Cervantes, A. A. P., Arriola, K. G., Jiang, Y., Kim, D., Li, X., Gonçalves, M. C. M., Vyas, D., & Adesogan, A. T. (2017). Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 100(6), 4587–4603. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11815>
- Oude Elferink, S. J., Krooneman, J., Gottschal, J. C., Spoelstra, S. F., Faber, F., & Driehuis, F. (2001). Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Appl Environ Microbiol.*, 67(1), 125–32. <https://doi.org/10.1128/AEM.67.1.125-132.2001>
- Pahlow, G. (2003). Microbiology of ensiling. *Silage Science and Technology* / ed. DR B., RE M., JH H. *American Society of Agronomy*, 31–93.
- Parra, C. S., Bragatto, J. M., Piran Filho, F. A., Silva, S. M. S., Tuzzi, B. F., Jobim, C. C., & Daniel, J. L. P. (2021). Effect of sealing strategy on the feeding value of corn silage for growing dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 04(6), 6792–6802. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19895>
- Penagos-Tabares, F., Khiaosa-Ard, R., Schmidt, M., Pacífico, C., Faas, J., Jenkins, T., Nagl, V.,

- Sulyok, M., Labuda, R., & Zebeli, Q. (2022). Fungal species and mycotoxins in mouldy spots of grass and maize silages in Austria. *Mycotoxin Res.*, 38(2), 117–136. <https://doi.org/10.1007/s12550-022-00453-3>
- Plöchl, M., Zacharias, H., Herrmann, C., Heiermann, M., & Prochnow, A. (2009). Influence of silage additives on methane yield and economic performance of selected feedstock. *CIGR Ejournal*, XI.
- Rafiuddin, Abdullah Muhammad, Javed, Khalid, Jabbar, Murtadha, Shahid, Muhammad, Jan P. S., Ramzan, M., Ayaz Khan, Muhammad, & Ahmad, M. (2017). Comparison of silo types on chemical composition and physical quality of silage made from maize, sorghum and oats fodders. *J. Anim. Plant. Sci.*, 27(3), 771–775
- Rahman, N. A., Abd Halim, M.R., Mahawi, N., Hasnudin, H., Al-Obaidi, J. R., & Abdullah, N. (2017). Determination of the use of lactobacillus plantarum and propionibacterium freudenreichii application on fermentation profile and chemical composition of corn silage. *Biomed. Res. Int.* 2017, 2038062. <https://doi.org/10.1155/2017/2038062>
- Relun, A., Dorso, L., Douart, A., Chartier, C., Guatteo, R., Mazuet, C., Popoff, M.R., & Assié, S. (2017). A large outbreak of bovine botulism possibly linked to a massive contamination of grass silage by type D/C Clostridium botulinum spores on a farm with dairy and poultry operations. *Epidemiol. Infect.*, 145(16), 3477–3485. <https://doi.org/10.1017/S0950268817002382>
- Rodriguez, G. V., Vandestroet, L., Abeysekara, V. C., Ominski, K., Bumunang, E. W., McAllister, T., Terry, S., Miranda-Romero, L. A., & Stanford, K. (2024). Optimizing Silage Strategies for Sustainable Livestock Feed: Preserving Retail Food Waste. *Agriculture*, 14(1), 122. <https://doi.org/10.3390/agriculture1401012>
- Salamattalab, M. M., Hasani Zonoozi, M., Molavi-Arabshahi, M. (2024). Innovative approach for predicting biogas production from large-scale anaerobic digester using long-short term memory (LSTM) coupled with genetic algorithm (GA). *Waste Manag.*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.12.046>
- Satpathy, P., Steinigeweg, S., Cypionka, H., & Engelen, B. (2016). Different substrates and starter inocula govern microbial community structures in biogas reactors. *Environ. Technol.*, 37(11), 1441–50. <https://doi.org/10.1080/09593330.2015.1118559>
- Sonwai, A., Pholchan, P., & Tippayawong, N. (2023). Machine learning approach for determining and optimizing influential factors of biogas production from lignocellulosic biomass. *Bioresour. Technol.*, 383. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129235>
- Sun, Y., Sun, Q., Tang, Y., Li, Q., Tian, C., & Sun, H. (2023). Integrated microbiology and metabolomic analysis reveal the improvement of rice straw silage quality by inoculation of Lactobacillus brevis. *Biotechnol. Biofuels Bioprod*, 28, 16(1), 184. <https://doi.org/10.1186/s13068-023-02431-y>
- Sun, H., Cui, X., Stinner, W., Zhang, L., Ju, X., Guo, J., & Dong, R. (2020). Ensiling excessively wilted maize stover with biogas slurry: Effects on storage performance and subsequent biogas potential. *Bioresour. Technol.*, 305, 123042. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123042>
- Sun, H., Liao, C., Lu, G., Zheng, Y., Cheng, Q., Xie, Y., Wang, C., Chen, C., & Li, P. (2022). Role of Lactiplantibacillus paraplantarum during anaerobic storage of ear-removed corn on biogas production. *Bioresour. Technol.*, 364, 128061. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128061>
- Surra, E., Bernardo, M., Lapa, N., Esteves, I A. A. C., Fonseca, I., & Mota, J. P. B. (2019). Biomethane production through anaerobic co-digestion with Maize Cob Waste based on a biorefinery concept: A review. *Journal of Environmental Management*, 249. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109351>
- Tang Q., He, R., Huang, F., Liang, Q., Zhou, Z., Zhou, J., Wang, Q., Zou, C., & Gu, Q. (2023). Effects of ensiling sugarcane tops with bacteria-enzyme inoculants on growth performance, nutrient digestibility, and the associated rumen microbiome in beef cattle. *J. Anim Sci.*, 3, 101:skad326. <https://doi.org/10.1093/jas/skad326>
- Tomczak, W., Gryta, M., Daniluk, M., & Żak, S. (2024). Biogas Upgrading Using a Single-

- Membrane System: A Review. *Membranes (Basel)*. 27, 14(4), 80. <https://doi.org/10.3390/membranes14040080>.
- Vítězová, M., Lochman, J., Zapletalová, M., Ratering, S., Schnell, S., & Vítěz, T. (2021). Archaeal community dynamics in biogas fermentation at various temperatures assessed by mcrA amplicon sequencing using different primer pairs. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 6, 37(11), 188. <https://doi.org/10.1007/s11274-021-03152-w>
- Weinberg, Z. G. (2023). The ensiling fermentation of forage crops. *Microbial Fermentations in Nature and as Designed Processes*. <https://doi.org/10.1002/9781119850007.ch14>
- Weinberg, Z. G. (2008) Preservation of forage crops by solid-state lactic acid fermentation-ensiling. *Current Developments in Solid-state Fermentation*.
- Weibbach, F., & Strubelt, C. (2008). Correcting the Dry Matter Content of Grass Silages as a Substrate for Biogas Production. 63 *Landtechnik*, 2, 82–83.
- Wilkinson, J. M., Bolsen, K. K., & Lin, C. J. History of silage (2015). *Silage Science and Technology*, 927. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c1>
- Whittaker, C., Hunt, J., Misselbrook, T., & Shield, I. (2016). How well does Miscanthus ensile for use in an anaerobic digestion plant? *Biomass and Bioenergy*, 88, 24–34 <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.03.018>
- Wu, P., Kang, X., Wang, W., Yang, G., He, L., Fan, Y., Cheng, X., Sun, Y., & Li, L. (2021). Evaluation of ethanol and methane co-production from Pennisetum purpureum: Effects of pretreatment, process performance, and mass balance. *ACS Sustain Chem Eng.*, 9(32), 10771–10784. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c02010>
- Xiaoling, Zhao, Zehui, Zheng, Yafan, Cai, Yubin, Zhao, & Yue, Zhang (2020). Accelerated biomethane production from lignocellulosic biomass: Pretreated by mixed enzymes secreted by *Trichoderma viride* and *Aspergillus* sp. *Bioresour. Technol.*, 309. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123378>
- Xu, J., Zhao, W., Xu, S., Cao, Q., Zhang, M., Qu, Y., Geng, C., Jia, H., & Wang, X. (2024). Development of cost-effective cellulose-based bilayer hybrid composite membranes for CO₂ separation in biogas purification. *Int J. Biol. Macromol*, 281(Pt 2), 135704. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.135704>
- Yitbarek, M. B., & Tamir, B. (2014). Silage Additives: Review. *Open J. Appl. Sci.*, 4(5), 258–274. <https://doi.org/10.4236/ojapps.2014.45026>
- Yu-Teng Chang, Yuh-Shuen, Chen, Ke-Ting, Lin, I-Fan, Lin, Yi-Fang, Chen, Yue-Horng, Yen, Bing-Lan, Liu, & Yaw-Nan, Chang. (2006). Characteristics of galactomannanase for degrading konjac gel. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 43(1–4), 153–157. <https://doi.org/10.1016/j.molcatb.2006.07.012>
- Zhang, H., Wu, J., Gao, L., Yu, J., & Yuan, X. (2018). Aerobic deterioration of corn stalk silage and its effect on methane production and microbial community dynamics in anaerobic digestion. *Bioresour. Technol.*, 250
- Zhao, X., Liu, J., Liu, J., Yang, F., Zhu, W., Yuan, X., Hu, Y., Cui, Z., & Wang, X. (2017). Effect of ensiling and silage additives on biogas production and microbial community dynamics during anaerobic digestion of switchgrass. *Bioresour. Technol.* 241, 349–359, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.03.183>

Одержано редколегією 21.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.27(477).034.082:612.63:636.09

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.13>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У СУХОСТІЙНИЙ ПЕРІОД КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ

О. П. ЛУХТАЙ**Національний університет біоресурсів і природокористування України, (Київ, Україна)
luhtay.teh@ukr.net*

В статті наведені результати досліджень впливу ін'єкційних розчинів на перебіг отелу та післятельного періоду, показники відтворної здатності корів, та надій за 100 днів лактації. Для дослідження сформовано три групи тварин: контрольну і дві дослідні R1 та R2. Корів відбирали у групи по 25 тварин за орієнтовною датою отелу. Розчини (група R1 – L-аргінін, мікроелементи у формі нанокарбоксилатів Ge, Zn та вітамін B12; група R2 – L-аргінін, сукцинат натрію, мікроелементи у формі нанокарбоксилатів Se, Zn, Mn, Cu та вітамін B12) вводили, підшкірно за лопаткою, починаючи з 271 дня тільності, три дні поспіль у дозі 20 мл. За результатами дослідження було встановлено, що у тварин дослідних груп вірогідно скорочувалась тривалість тільності на 9,7 ($P < 0,001$) та 6,7 ($P < 0,001$) дня відповідно, порівняно з контрольною групою. Також слід відмітити, що у тварин, яким вводили R1 всі телята народилися живими, тоді як у контрольній було троє та у дослідній R2 двоє телят мертвонароджені. Дослідження часу відходження посліду свідчить, що у контрольній групі цей процес був найдовший і становив 9,4 год, тоді як у дослідних на 2,5 та 3,5 год менше, відповідно. Також, відмічено позитивний вплив препаратів на тривалість виділення лохий. У дослідних групах цей період був коротший на 1,6 ($P < 0,001$) та 2,4 ($P < 0,001$) днів. Важливим показником відтворної здатності корів є час відновлення статевого циклу після отелу. У тварини дослідних груп R1 та R2 цей показник був меншим на 7,9 ($P < 0,05$) та 13,6 ($P < 0,001$) днів порівняно з контролем. У зв'язку з цим можна припустити, що розчини впливають на гіпоталамо-гіпофізарну систему (ГГС), яка регулює секрецію гормонів гіпофізом і фізіологічні процеси в організмі тварин. Позитивна динаміка у групах R1 та R2 прослідковується і за показником сервіс періоду. Різниця між контрольною та дослідними групами становить відповідно 22,3 та 29,0 днів.

Ключові слова: отел, післятельний період, тільність, корови, нанокарбоксилати

THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES APPLICATION DURING THE DRY PERIOD IN UKRAINIAN BLACK-AND-WHITE DAIRY COWS

O. P. Lukhtai*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)*

The article presents the results of studies on the effect of injection solutions on the course of calving and the postpartum period, indicators of reproductive capacity of cows, and milk yield per 100 days of lactation. Three groups of animals were formed for the study: a control group and two experimental groups, R1 and R2. Cows were selected into groups of 25 animals each by the estimated calving date. The solutions (group R1 – L-arginine, microelements in the form of nano-carboxylates Ge, Zn and vitamin B12; group R2 – L-arginine, sodium succinate, microelements in the form of nano-carboxylates Se, Zn, Mn, Cu and vitamin B12) were administered subcutaneously behind the shoulder blade, from 271 days of gestation, three days in a row at a dose of 20 ml. The results of the study showed that the animals in the experimental groups had a significantly shorter gestation period by 9.7 ($P < 0.001$) and 6.7 ($P < 0.001$) days, respectively, compared to the control

© О. П. ЛУХТАЙ, 2025

group. It should also be noted that in animals administered R1, all calves were born alive, while in the control group there were three stillborn calves and in the experimental group R2 – two. A study of the time of placenta delivery showed that in the control group this process was the longest and lasted 9.4 hours, while in the experimental groups it was 2.9 and 3.6 hours shorter, respectively. Also, a positive effect of the drugs on the duration of lochia discharge was noted. In the experimental groups, this period was shorter by 1.6 ($P < 0.001$) and 2.4 ($P < 0.001$) days. The interval from calving to the resumption of the estrous cycle is an important indicator of reproductive performance in cows. In animals from experimental groups R1 and R2, this indicator was 7.9 ($P < 0.05$) and 13.6 ($P < 0.001$) days shorter than in the control group. In this regard, it can be assumed that the solutions affect the hypothalamic-pituitary system (HPS), which regulates hormone secretion by the pituitary gland and influences physiological processes in the animal's body. A positive trend in groups R1 and R2 is also observed by the service period indicator. The difference between the control and experimental groups is 22.3 and 29.0 days, respectively.

Keywords: calving, postpartum period, pregnancy, cows, nanocarboxylates

Вступ. У сучасних системах управління молочним скотарством відтворна здатність має значний вплив на економічну ефективність галузі будь-якого господарства, впливаючи на молочну продуктивність, генетичне вдосконалення стада, кількість ремонтних телиць та вибракування тварин. Перебіг тільності і особливо остання декада має вирішальне значення для забезпечення виживання та здоров'я новонароджених телят та корів (Vanegas et. al., 2004). Останні 20 днів тільності є дуже важливими, оскільки організм тварин зазнає глибоких фізіологічних змін та метаболічної адаптації готуючись до отелу та початку лактації (Bruinje & LeBlanc, 2024). Низкою досліджень встановлено негативний вплив важкого перебігу отелення на здоров'я, відтворну здатність, продуктивність молочних корів, а також вищу неонатальну смертність телят (Matamala et. al., 2021). Затримка посліду це одне з найпоширеніших післятельних захворювань великої рогатої худоби. Що часто призводить до збільшення захворюваності на ендометрит, і, як наслідок, знижує надій молока та погіршує фертильність (Kumarswamy et. al., 2011).

Питанням корекції відтворної здатності за допомогою біотехнологічних методів, а саме застосування біологічно активних речовин та їх сумішей, займалось багато вчених, оскільки вони є безпечними та більшість з них у правильно підібраних дозах мають позитивний стимулюючий ефект на організм тварин. Для попередження ускладнень використовують різні препарати та добавки, до складу яких входять трави, амінокислоти, вітаміни та мікроелементи. Мікроелементи є активними компонентами ферментних систем, які впливають на антиоксидантну систему. Вони впливають не тільки на материнський організм, а й транспортуються до плоду через плаценту (Vanegas et. al., 2004).

На сьогодні перспективним напрямком досліджень є використання наночастинок мікроелементів у формі нанокарбоксилатів. Більшість наночастинок мають властивості, що відрізняються від властивостей більших частинок того ж матеріалу. Завдяки таким перевагам наночастинок, інтерес до вивчення їх потенційного використання та ефективності у тваринництві значно зріс за останнє десятиліття.

У зв'язку з вище описаним, метою наукового дослідження було встановити вплив розчинів, до складу яких входить L-аргінін, мікроелементи у формі нанокарбоксилатів та вітамінів B12 на перебіг отелу і післятельного періоду та показники відтворної здатності дослідних груп корів.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводилось протягом 2024 року у виробничих умовах племрепродуктора Корпорація «Украгротех», яке знаходиться в Черкаській області. Господарство займається розведенням української чорно-рябої молочної породи великої рогатої худоби. Для реалізації мети нами було проведено дослід зі встановлення впливу двох ін'єкційних розчинів біологічно активних речовин на перебіг отелу та післятельний період у корів. Для дослідів було сформовано три групи тварин: контрольну і дві дос-

лідні – R1 та R2. Корів відбирали у групи по 25 тварин за орієнтовною датою отелу, які мали останні декади тільності. Препарати вводили три дня поспіль починаючи з 271 дня тільності. Тваринам групи R1 відповідно до схеми, яка наведена в таблиці 1 вводили розчин, до складу якого входить L-аргінін, мікроелементи у формі нанокарбоксилатів Ge, Zn та вітамін B12. Тваринам групи R2 розчин який містить L-аргінін, сукцинат натрію, мікроелементи у формі нанокарбоксилатів Se, Zn, Mn, Cu та вітамін B12. Контрольній групі – фізіологічний розчин. Ін'єктували розчини під шкіру в області за лопаткою у дозі 20 мл, таким чином загальна доза введених розчинів становила 60 мл.

Після введення препаратів аналізували перебіг отелу, наявність післяотельних ускладнень, час відходження посліду, час настання першої статевої охоти, перше плідне осіменіння, індекс осіменіння та % запліднення. Час відходження посліду фіксували двома способами: автоматично за допомогою камер відеоспостереження та візуально, фіксуючи при цьому інтервал від отелення до відходження посліду. Тільність визначали через місяць після осіменіння за допомогою УЗД.

1. Схема уведення досліджуваних розчинів речовин

Група	Розчин речовин	Разова доза уведення
контрольна	Фізорозчин	20 мл
R1	L-аргінін, Ge, Zn та вітамін B12	20 мл
R2	L-аргінін, сукцинат натрію, Se, Zn, Mn, Cu та вітамін B12.	20 мл

Всі маніпуляції з тваринами здійснювали відповідно до положень Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах (наказ № 249 від 01.03.2012) та Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин».

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel. Рівень статистичної значущості (P) визначали за допомогою t-критерію Стюдента з урахуванням статистичних похибок та достовірності порівнянних подібних показників.

Результати дослідження. Аналіз результатів досліджень показав, що підшкірне уведення розчинів тваринам груп R1 та R2 починаючи з 271 дня протягом трьох днів вірогідно скорочує тривалість тільності корів на 6,7 ($P < 0,001$) та 9,7 ($P < 0,001$) дня порівняно з контрольною групою (табл. 2). Подібна тенденція спостерігалась і за часом відходження посліду. У групі R2 тривалість показника була найкоротшою і становила 5,5 год., що на 3,5 год. менше порівняно з контрольною та 1 год. з групою R1. Різниця знаходилась в межах похибки.

2. Показники перебігу післяотельного періоду у корів

Показники	Контрольна	R1	R2
Тривалість тільності, діб	288,4 ± 1,10	281,7 ± 1,42***	278,7 ± 1,27***
Мертвонароджені телята, %	12,0	–	8,0
Час відходження посліду, год.	9,4 ± 1,49	6,5 ± 1,22	5,5 ± 1,52
Закінчення виділення лохий, діб	15,9 ± 0,16	14,3 ± 0,31***	13,5 ± 0,21***
Відновлення статевого циклу, діб	76,2 ± 4,76	68,3 ± 5,78*	62,6 ± 3,0***

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ до контролю

Слід відмітити, що у групі R2 тваринам якої вводили розчин, який містив L-аргінін, мікроелементи у формі нанокарбоксилатів Ge, Zn та вітамін B12, тривалість виділення лохий була коротшою на 2,5 днів ($P < 0,001$) та 0,8 дня ($P < 0,001$). Різниця між R1 та контрольною групою становила 1,6 день. Показник відновлення циклу у контрольній групі тварин становив 76,2 дня, що вірогідно перевищувало R1 та R2 групи на 7,9 ($P < 0,05$) та 13,6 дня ($P < 0,001$). Показник % мертвонароджених телят у контрольній групі становив 12%, тоді як у групі R2 – 8%. Слід, також, відмітити, що у групі R1 всі телята народилися живими.

Допомога персоналу, випадки дистогії та мертвонародження можуть сягати приблизно 50%, 14% та 6% отелів, відповідно (Simões & Stilwell, 2021). На рисунку 1 наведено відсоток тварин, які потребували допомоги під час отелу та частоту післяотельних ускладнень таких, як затримка посліду, ендометрит та субінволюція матки, які негативно впливають на подальшу відтворювальну функцію та молочну продуктивність корів.

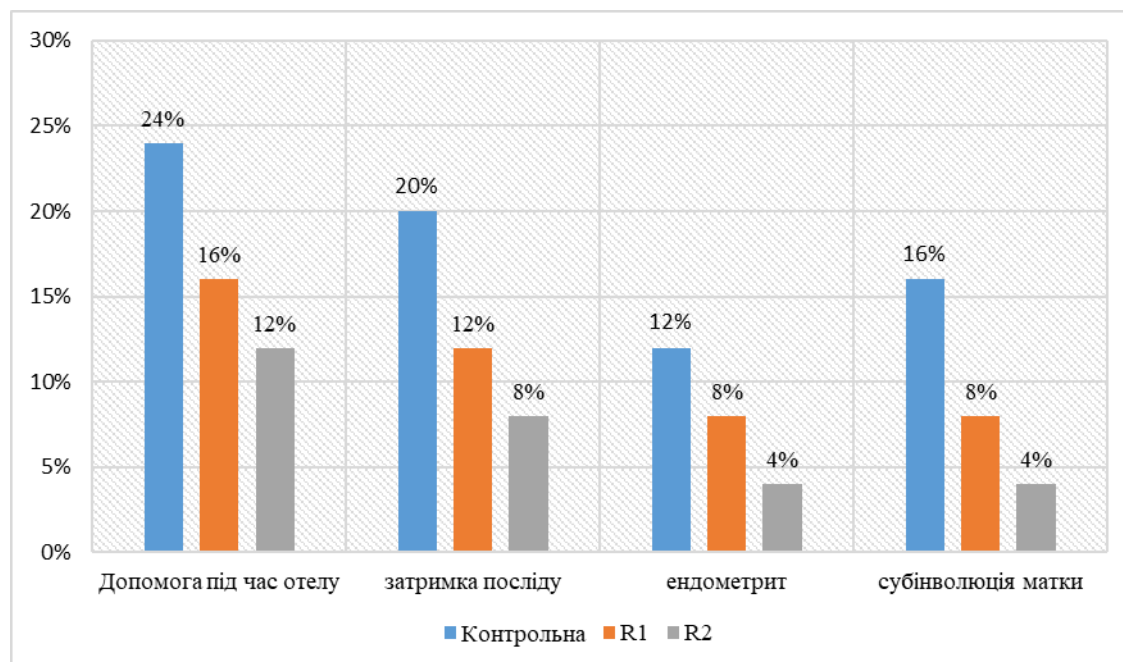


Рис. 1. Післяотельні ускладнення

За результатами досліджень було встановлено, що тварини яким уводили дослідні розчини менше потребували допомоги під час отелу. У групах R1 та R2 цей показник становив 16 та 12%, що нижче на 8 та 12% порівняно з контролем. За показниками затримки посліду, ендометриту та субінволюції матки спостерігається схожа тенденція.

Найнижчий відсоток ускладнень був у групі R2: затримка посліду була у 8% тварин, різниця між групами становить відповідно 4 (контрольна) та 12% (R1), за показником ендометриту – 4 (К) та 8% (R1), субінволюція матки – 12 та 4% відповідно.

У таблиці 3 наведено показники відтвірної здатності корів після застосування досліджуваних розчинів.

3. Показники відтвірної здатності корів

Група	Сервіс-період	Індекс осіменіння	Заплідненість після першого осіменіння, %	Заплідненість після другого осіменіння, %
контрольна	155,3 ± 19,19	2,6 ± 0,17	28	20
R1	133,1 ± 11,23***	2,3 ± 0,67	32	24
R2	126,3 ± 14,47***	1,9 ± 0,18	40	24

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ до контролю

За результатами досліджень було встановлено, що найвищий індекс осіменіння був у тварин контрольної групи – 2,6, що на 0,3 та 0,7 перевищував R1 та R2 групи. Відповідно зі збільшенням індексу осіменіння збільшується і сервіс-період. Найкоротший сервіс-період був у тварин групи R2 і становив 126,3 днів, що на 29 днів ($P < 0,001$) менше тварин контрольної групи і на 22,2 дні групи R1. Слід відмітити, що тварини групи R2 мали нижчий відсоток післяотельних ускладнень.

У таблиці 4 показано надій за перших 100 днів лактації та середньодобовий надій тварин дослідних груп.

4. Надій за перших 100 днів лактації

Група	Надій за 100 днів лактації	Середньодобовий надій
Контрольна	3173,01 ± 108,01	30,84 ± 1,19
R1	3438,62 ± 102,79***	34,97 ± 1,38***
R2	3684,63 ± 132,12***	36,85 ± 1,32***

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ до контролю

Найнижчі надої були у тварин контрольної групи. Надій за 100 днів лактації у цій групі становив 3173 кг, тоді як у R1 та R2 групах вище на 265,61 кг ($P < 0,001$) та 511,62 кг ($P < 0,001$). Динаміка середньодобових надоїв аналогічна, дослідні групи переважали контрольну на 4,1 кг ($P < 0,001$) та 6,01 кг ($P < 0,001$) відповідно, різниця статистично значуща.

Обговорення. За результатами досліджень багатьох авторів було встановлено, що ускладнення під час отелення та післяотельний період негативно впливають на молочну продуктивність корів, що призводить до зниження рівня рентабельності виробництва молока, а також має негативний вплив на здоров'я корів (Banos et. al., 2007; Barrier et. al., 2011). Останні декади тільності та післяотельний період є критичним, оскільки організм тварин зазнає значних фізіологічних та метаболічних змін, які пов'язані з отеленням. Протягом цього часу молочна худоба особливо вразлива до низки проблем зі здоров'ям, які можуть суттєво вплинути на її продуктивність та заплідненість. Дефіцит поживних речовин і, як наслідок, післяотельні метаболічні процеси погіршують функцію імунних клітин і підвищують вразливість до мікробних інфекцій (Sordillo, 2016; Carvalho et. al., 2019). Крім того, збільшена матка після отелу, заповнена залишками плаценти та лохіями, є причиною проліферації мікробів та розвитку маткових інфекцій, що призводить до збільшення тривалості сервіс-періоду та вищого індексу осіменіння (Sheldon et. al., 2009; Carvalho et. al., 2019). Впровадження ефективних стратегій профілактики післяотельних ускладнень має вирішальне значення для підтримки здоров'я та прибутковості стада (Roche, 2000).

Проведене дослідження чітко свідчить, що розчини позитивно впливають на відтворну здатність. Найкращі результати були у тварин групи R2, яким вводили розчин – L-аргінін, сукцинат натрію, мікроелементи у формі нанокарбоксилатів Se, Zn, Mn, Cu та вітамін B12. Проте слід відмітити, що розчин до складу якого входили L-аргінін, мікроелементи у формі нанокарбоксилатів Ge, Zn та вітамін B12 (група R1) також, мав позитивний вплив на організм тварин.

Аналіз тривалості тільності свідчить, що у дослідних груп цей показник був меншим на 9,7 ($P < 0,001$) та 6,7 ($P < 0,001$) дня. До складу розчинів входить L-аргенін, який покращує відтворну здатність тварин. Mortensen et. al. (2011) повідомляють, що введення тваринам амінокислоти в кінці тільності скорочує її термін. Також у тварин дослідних груп на 8 та 12% нижча частота допомоги під час отелу. Результати дослідження Naumenko & Skliarov (2024), свідчать що добавки вітаміну B12 та фолієвої кислоти знижують частоту дистоцій на 50%, про те не зменшують частоту затримки посліду. Тому можна припустити, що нижчий відсоток допомоги під час отелу пов'язаний з дією вітаміну B12, який входить до складу розчину (Duplessis & Girard, 2019).

Аналіз перебігу післяотельного періоду свідчить, що у тварин групи R2 було менше післяотельних ускладнень. У корів цієї групи на 13,6 та 5,7 дня раніше відновився статевий цикл порівняно з контрольною та R1 групою. Наші результати підтверджуються даними Batistel et. al. (2020). Вони встановили, що добавки комплексних мікроелементів (Zn, Mn, Cu та Co) уведенні до отелу та після збільшували експресію генів, пов'язаних із запаленням, синтезом простагландинів та антиоксидантною реакцією. Їх результати можуть свідчити про швидшу інволюцію матки після отелу у великої рогатої худоби (Van Emon et. al., 2020). До складу обох розчинів входить Zn та розчин 2 (R2) ще додатково містить купрум, який за даними Gao et. al. (2007) необхідний для життєздатності ооцитів. Крім того, мідь може взаємодіяти з ключовими нейропептидами в гіпоталамо-гіпофізарно-гонадній вісі, зокрема з гона-

дотропін-релізінг-гормоном (ГнРГ), впливаючи на базальне та стимульоване виділення ГнРГ (Hazum, 1983). У групі R2 послід відійшов через 5,5 год після отелу, що на 3,5 год та 1,0 год менше порівняно з контрольною та дослідною групою R1. Можна припустити, що кращі результати групи R2 пов'язані з тим, що до складу розчину входить селен. За результати Wilde (2006) було встановлено, що добавки селену можуть зменшити частоту метриту та кіст яєчників у післяпологовий період. Spears & Weiss (2008) повідомили, що добавки селену та хрому у молочних корів сприяють підвищенню імунітету та зменшенню частоти затримки плаценти. За даними Kommisrud et. al. (2005) відомо, що існує позитивний зв'язок між підвищеною концентрацією селену в крові до отелу та зниженням частоти маститу, кіст яєчників та тихої охоти після отелу.

У корів дослідних груп тривалість сервіс періоду був вірогідно коротший на 22,2 та 29,0 днів. Однією з причин скорочення даного показника є менша частота післяотельних ускладнень, також можна припустити, що розчини мають пролонговану дію і позитивно впливають на заплідненість тварин. За результатами Seba & Khomenko (2017), введення препарату Кватронан-Se, до складу якого входять мікроелементи у формі нанокарбоксилатів, сприяло підвищенню заплідненості корів та скорочувало холостий період у свиноматок (Zakharchenko et. al., 2024). Sheremeta & Hruntkovskyi (2012) встановили, що введення препарату Нановулін ВРХ, діючими речовинами якого є натрій глютамінат, натрію сукцинат, наноаквахелат Cu, прискорює овуляцію у тварин та підвищує заплідненість у корів.

Оскільки відтворна здатність і молочна продуктивність мають негативний зв'язок, було проаналізовано надій дослідних груп протягом перших 100 днів. За результатами досліджень було встановлено, що у дослідних групах надій був вірогідно вищий, різниця з контролем становила 265,61 кг (R1) та 511,62 кг (R2). Можна припустити, що такий результат є дією на організм корів L-аргеніну. Ding et. al. (2022) дослідили, що добавки аргініну збільшили надої молока у корів, ймовірно, шляхом стимулювання виробництва компонентів молока та покращення ефективності використання азоту (Ding et. al., 2022). Про схожі результати повідомляють і Simões et. al. (2024).

Висновки. Отже з отриманих результатів можна зробити висновок, що застосування розчину до складу якого входить L-аргінін, мікроелементи у формі нанокарбоксилатів Ge, Zn та вітамін B12 (група R1) та розчину який містить L-аргінін, сукцинат натрію, мікроелементи у формі нанокарбоксилатів Se, Zn, Mn, Cu та вітамін B12 (група R2) з 271 по 273 день тільності сприяє скороченню тривалості тільності та попереджують післяотельні ускладнення у тварин. Також слід відмітити, що у тварин дослідних груп був коротший сервіс період на 22–29 днів та вищий надій. Дослідження в цьому напрямку має значний практичний інтерес та потребує подальших досліджень.

REFERENCES

- Banos, G., Brotherstone, S., & Coffey, M. P. (2007). Prenatal maternal effects on body condition score, female fertility, and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90 (7), 3490–3499. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-809>.
- Barrier, A. C., & Haskell, M. J. (2011). Calving difficulty in dairy cows has a longer effect on saleable milk yield than on estimated milk production. *Journal of dairy science*, 94 (4), 1804–1812. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3641>.
- Batistel, F., Osorio, J. S., Tariq, M. R., Li, C., Caputo, J., Socha, M. T., & Loor, J. J. (2017). Peripheral leukocyte and endometrium molecular biomarkers of inflammation and oxidative stress are altered in periparturient dairy cows supplemented with Zn, Mn, and Cu from amino acid complexes and Co from Co glucoheptonate. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8 (33), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0163-7>.
- Bruinje, T. C., & LeBlanc, S. J. (2024). Graduate Student Literature Review: Implications of transition cow health for reproductive function and targeted reproductive management. *Journal of Dairy Science*, 107, 8234–8246. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24562>.

- Carvalho, M. R., Peñagaricano, F., Santos, J. E. P., De Vries, T. J., McBride, B. W., & Ribeiro, E. S. (2019). Long-term effects of postpartum clinical disease on milk production, reproduction, and culling of dairy cows. *Journal of dairy science*, 102 (12), 11701–11717. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17025>.
- Ding, L., Shen, Y., Jawad, M., Wu, T., Maloney, S. K., Wang, M., & Blache, D. (2022). Effect of arginine supplementation on the production of milk fat in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 105 (10), 8115–8129. <https://doi.org/10.3897/rio.7.e67379>.
- Duplessis, M., & Girard, C. L. (2019). Effect of maternal biotin, folic acid, and vitamin B12 supplementation before parturition on colostral and Holstein calf plasma concentrations in those vitamins. *Animal Feed Science and Technology*, 256, 114241. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114241>.
- Gao, G., Yi, J., Zhang, M., Xiong, J., Geng, L., Mu, C., & Yang, L. (2007). Effects of iron and copper in culture medium on bovine oocyte maturation, preimplantation embryo development, and apoptosis of blastocysts in vitro. *Journal of Reproduction and Development*, 53 (4), 777–784. <https://doi.org/10.1262/jrd.18109>.
- Hazum, E. (1983). Copper and thiol regulation of gonadotropin releasing hormone binding and luteinizing hormone release. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 112 (1), 306–312. [https://doi.org/10.1016/0006-291x\(83\)91831-4](https://doi.org/10.1016/0006-291x(83)91831-4).
- Kommisrud, E., Østerås, O., & Vatn, T. (2005). Blood selenium associated with health and fertility in Norwegian dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 46 (4), 229–240. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-46-229>.
- Kumarswamy, M., Bhagwat, V. G., Tattimani, S., & Paramesh, R. (2021). Helpful viability of post calving tonic for the treatment of post calving complications in dairy animals. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 8 (4), 650–655. <https://doi.org/10.5455/javar.2021.h557>.
- Matamala, F., Strappini, A., & Sepúlveda-Varas, P. (2021). Dairy cow behaviour around calving: Its relationship with management practices and environmental conditions. *Austral journal of veterinary sciences*, 53 (1), 9–22. <https://doi.org/10.4067/S0719-81322021000100009>.
- Mortensen, C. J., Kelley, D. E., & Warren, L. K. (2011). Supplemental l-arginine shortens gestation length and increases mare uterine blood flow before and after parturition. *Journal of Equine Veterinary Science*, 31 (9), 514–520. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2011.01.004>.
- Roche, J. F., Mackey, D., & Diskin, M. D. (2000). Reproductive management of postpartum cows. *Animal reproduction science*, 60–61, 703–712. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(00\)00107-x](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00107-x).
- Seba, N. V., & Khomenko, M. A. (2017). Vplyv kompleksiv nanokarboksylativ ta preparatu Kvatronan-Se na hematolohichni pokaznyky krovi piddoslidnykh tvaryn [The effect of nanocarboxylate complexes and the preparation Quatronan-Se on hematological blood parameters of experimental animals] *Naukovyi visnyk LNAVМ imeni S.Z. Hzhyskoho – Scientific journal LNAVМ named after S.Z. Hzhyskoho*, 19 (74), 123–126. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7427>
- Sheldon, I. M., Cronin, J., Goetze, L., Donofrio, G., & Schuberth, H. J. (2009). Defining postpartum uterine disease and the mechanisms of infection and immunity in the female reproductive tract in cattle. *Biology of reproduction*, 81 (6), 1025–1032. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.109.077370>.
- Sheremeta, V. I., & Hruntkovskyi, M. S. (2012). Stymuliatsiia biolohichno aktyvnym preparatom ovuliatsii folikuliv na yaiechnykakh koriv [Stimulation of follicle ovulation in cows' ovaries with a biologically active drug] *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*. Kherson, 78, 2, 2, 224–228. https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/78-2-2_2012/51.pdf [In Ukrainian].
- Simões, B. S., Marinho, M. N., Lobo, R. R., Adeoti, T. M., Perdomo, M. C., Sekito, L., & Santos, J. E. P. (2024). Effects of supplementing rumen-protected arginine on performance of transition cows. *Journal of Dairy Science*, 107 (12), 10945–10963. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18568>.

- Simões, J., & Stilwell, G. (2021). *Calving Management and Newborn Calf Care: An interactive Textbook for Cattle Medicine and Obstetrics*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-68168-5>.
- Sordillo, L. M. (2016). Nutritional strategies to optimize dairy cattle immunity. *Journal of dairy science*, 99 (6), 4967–4982. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10354>.
- Spears, J. W., & Weiss, W. P. (2008). Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The Veterinary Journal*, 176 (1), 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.015>.
- Van Emon, M., Sanford, C., & McCoski, S. (2020). Impacts of bovine trace mineral supplementation on maternal and offspring production and health. *Animals*, 10 (12), 2404. <http://dx.doi.org/10.3390/ani10122404>.
- Vanegas, J. A., Reynolds, J., & Atwill, E. R. (2004). Effects of an injectable trace mineral supplement on first-service conception rate of dairy cows. *Journal of dairy science*, 87 (11), 3665–3671. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(04\)73505-5](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(04)73505-5).
- Vergara, C. F., Döpfer, D., Cook, N. B., Nordlund, K. V., McArt, J. A. A., Nydam, D. V., & Oetzel, G. R. (2014). Risk factors for postpartum problems in dairy cows: Explanatory and predictive modeling. *Journal of dairy science*, 97 (7), 4127–4140. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6440>.
- Wilde, D. (2006). Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle. *Animal reproduction science*, 96 (3–4), 240–249. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.08.004>.
- Zakharchenko, K., Khomenko, M., Seba, M., Golovetskyi, I., Trokhymenko, V., & Bryukhachova, I. (2024). Influence of biologically active preparations on biochemical indicators of sows' blood and the survival level of sucking pigs. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 49 (4). <https://doi.org/10.14710/jitaa.49.4.276-285>

Одержано редколегією 23.06.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.4.082.453.5:57.085.2:57.089.3

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.14>

СОРТУВАННЯ СПЕРМАТОЗОЇДІВ ТВАРИН РІЗНИХ ВИДІВ – АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТОДІВ РОЗДІЛЕННЯ

А. О. МЕЛЕШКО*Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)**<https://orcid.org/0009-0008-5416-4162> – А. О. Мелешко**rata8376@ukr.net*

У статті систематизовано дані щодо технологій розділення сперматозоїдів тварин, що несуть X- і Y-хромосоми, із застосуванням сучасних методів сортування. Проведено порівняльний аналіз п'яти методів: проточної цитометрії, градієнта щільності, альбумінових колонок, електрофорезу та мікрофлюїдного сортування. Сортування сперматозоїдів за статтю є ключовим інструментом репродуктивної біотехнології, що забезпечує контроль статі потомства для підвищення економічної ефективності молочного і м'ясного скотарства, свинарства, вівчарства та збереження рідкісних видів. Біологічною основою методів є різниця у вмісті ДНК між X- і Y-сперматозоїдами (2,8–4,2% залежно від виду). Проточна цитометрія залишається стандартом завдяки точності 85–95%, але нові методи, зокрема імунологічні та нанотехнологічні, активно розробляються. Оцінено ефективність, переваги, обмеження та перспективи застосування методів в Україні.

Ключові слова: сперматозоїди, сортування, генетика, стать, X- та Y-хромосоми, ДНК, репродуктивна біотехнологія, X- та Y-сперматозоїди

SORTING OF SPERMATOOZOA OF VARIOUS ANIMAL SPECIES – ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF SEPARATION METHODS

A. O. Meleshko*Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)*

This article systematizes data on methods for separating spermatozoa carrying X- and Y-chromosomes in various animal species. A comparative analysis of five techniques is conducted: flow cytometry, density gradient centrifugation, albumin columns, electrophoresis, and microfluidic sorting. Sperm sorting by sex is a pivotal tool in reproductive biotechnology, enabling control over offspring sex to enhance economic efficiency in dairy and meat cattle breeding, pig farming, sheep farming, and conservation of rare species. The biological basis of these technologies is the DNA content difference between X- and Y-spermatozoa (2.8–4.2% depending on the species). Flow cytometry remains the standard due to its 85–95% accuracy, but novel approaches, including immunological and nanotechnological methods, are under active development. The efficiency, advantages, limitations, and prospects of these methods in Ukraine are evaluated.

Keywords: spermatozoa, sorting, genetics, sex, X- and Y-chromosomes, DNA, reproductive biotechnology, X- and Y-spermatozoa

Вступ. Технології сортування сперматозоїдів за статтю є важливим інструментом репродуктивної біотехнології, що дозволяє контролювати стать потомства для оптимізації тваринницьких процесів. У молочному скотарстві пріоритет віддається тваринам жіночої статі через їхню продуктивність, тоді як у м'ясному скотарстві перевага надається самцям для швидшого приросту маси, а в збереженні рідкісних видів баланс статей є вирішальним для виживання популяцій (Seidel, 2014). Ретроспективно методи розділення спиралися на фізичні характеристики сперматозоїдів, такі як розмір, форма, щільність, поверхневий заряд і рухли-

вість, однак їхня обмежена точність (50–70%) стимулювала пошук інноваційних підходів для отримання кращих результатів (Garner & Seidel, 2015). Сучасні методи, що використовують молекулярно-генетичні відмінності, зокрема різницю в вмісті ДНК між Х- і Y-хромосомами, забезпечують вищу ефективність (85–95%), але існуючі технології, такі як проточна цитометрія, мають високу вартість і можуть пошкоджувати сперматозоїди, що спонукає до розробки безпечніших і доступніших альтернатив (Rath & Johnson, 2008). Ця стаття систематизує знання про методи сортування, аналізує їхні характеристики та оцінює перспективи розвитку в контексті тваринництва.

Матеріали та методи досліджень. Для реалізації мети дослідження проведено патентний пошук щодо ефективного застосування методів сортування сперматозоїдів, що несуть Х- і Y-хромосоми. Використано методи опису, аналізу, порівняння та синтезу наукової літератури за період із 2000 по 2025 рік. Вибірка включає як класичні дослідження, так і найновіші публікації, що відображають сучасний стан технологій у цій галузі.

Результати досліджень. Перед початком аналізу та опису характеристик методів розділення необхідно розглянути генетичні основи визначення статі. Генетичною основою сортування сперматозоїдів є різниця у вмісті ДНК між Х- і Y-хромосомами, що зумовлює їхні фізичні та функціональні відмінності. У ссавців самці мають гетерохромосомний набір (XY), а самки – гомохромосомний (XX). Х-сперматозоїди формують жіноче потомство (XX), Y-сперматозоїди – чоловіче (XY). Розглядаючи фізичні та хімічні відмінності між Х- і Y-сперматозоїдами, необхідно зупинитися на характеристиках, які використовуються під час їх розділення, зокрема розмір, форма, рухливість і поверхневий заряд. Х-хромосома містить від 2,8% до 4,2% більше ДНК залежно від виду, що зумовлює більшу масу, щільність і дещо нижчу рухливість Х-сперматозоїдів порівняно з Y-сперматозоїдами (DeJarnette et al., 2011; Patel et al., 2021). Розподіл хромосом є випадковим і цілком залежить від мейотичного апарату. Під час мейозу Х- і Y-хромосоми розподіляються випадково, формуючи приблизно 50% сперматозоїдів кожного типу. Y-хромосома містить ген SR_Y, який відіграє ключову роль у визначенні розвитку чоловічих статевих ознак, тоді як Х-хромосома його не має, що впливає на молекулярні маркери для сортування (Cran & Johnson, 2005; Esteves & Varghese, 2016).

Розгляд методів розділення сперматозоїдів необхідно розпочати з найбільш досконалої системи сортування сперми – методу проточної цитометрії, який використовує кількісний аналіз для підрахунку та сортування клітин на основі їхнього вмісту ДНК. Ця технологія забезпечує високу точність завдяки флуоресцентному маркуванню та лазерному детектуванню, що робить її стандартом у репродуктивній біотехнології для тваринництва.

Проточна цитометрія. Проточна цитометрія є провідною технологією розділення сперматозоїдів за статтю, що використовує різницю у вмісті ДНК між Х- і Y-хромосомами. Метод базується на фарбуванні сперматозоїдів флуоресцентним барвником Hoechst 33342, який зв'язується з ДНК, дозволяючи відрізнити Х-сперматозоїди від Y-сперматозоїдів (Rath & Johnson, 2008). У великої рогатої худоби Х-сперматозоїди містять на 3,8% більше ДНК, у свиней – 3,7%, у овець – 4,1%, у коней – 3,9% (Alvarez Gallardo et al., 2024). Ультрафіолетовий лазер (355 нм) збуджує флуоресценцію, сигнал якої обробляється фотомножувачем, а п'єзоелектричний кристал формує до 90 000 крапель за секунду, які відхиляються електричним полем у відповідні контейнери (рис. 1) (Garner, 2001). Точність сортування становить 85–95%, що робить метод стандартом для великої рогатої худоби, овець, коней, кролів і собак. Сучасні цитометри досягають швидкості до 8000 сперматозоїдів за секунду при вхідному потоці 40 000, завдяки підвищенню роздільної здатності та автоматизації. Однак висока вартість обладнання (понад \$300,000) і потреба в кваліфікованому персоналі обмежують доступність. У свиначстві ефективність цього методу нижча через пошкодження мембран барвником і механічним стресом, що знижує життєздатність сперматозоїдів на 20–30%. Нові протоколи з менш токсичними барвниками та інтеграція з мікрофлюїдиною підвищують їх ефективність і життєздатність (Garner & Seidel 2015; Maxwell & Johnson 2000; Seidel 2014).

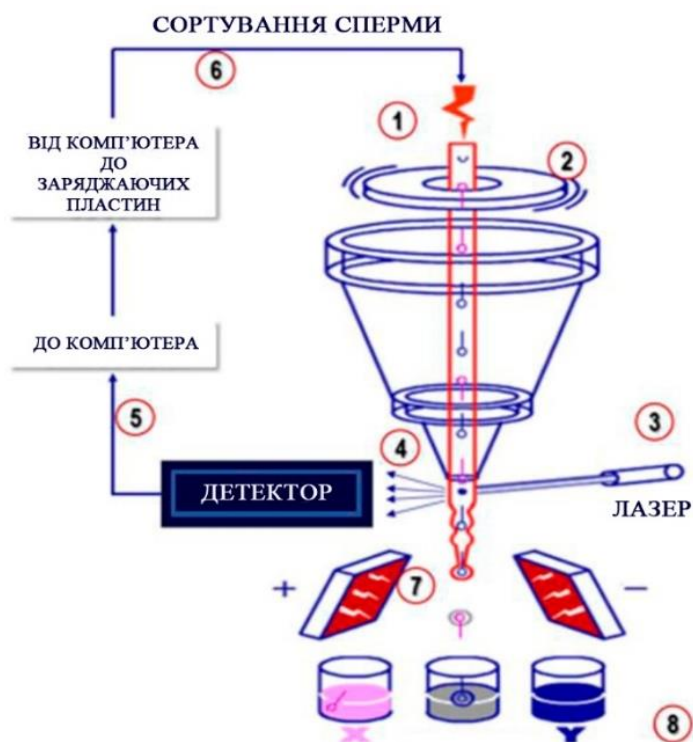


Рис. 1. Принцип розділення сперматозоїдів методом проточної цитометрії (Garner, 2001)

1. Сперматозоїди вводяться після фарбування флуоресцентним барвником.
2. П'єзоелектричний кристал створює до 90 000 крапель за секунду.
3. Ультрафіолетовий лазер збуджує флуоресценцію.
4. Х-сперматозоїди мають на 4% вищу інтенсивність флуоресценції.
5. Сигнал обробляється комп'ютером для ідентифікації Х-, Y- або неорієнтованих сперматозоїдів.
6. Краплі заряджаються позитивно, негативно або залишаються незарядженими.
7. Заряджені краплі відхиляються електричним полем.
8. Сперматозоїди збираються в контейнери: Х, Y або відходи.

Гradient щільності. Метод gradienta щільності базується на фізичній різниці в масі та щільності між Х- і Y-сперматозоїдами, де Х-сперматозоїди є важчими через більший вміст ДНК. Сперму попередньо очищують від сім'яної плазми шляхом центрифугування за 1000–1500 g протягом 10–15 хвилин і наносять на багатошаровий gradient, сформований із Percoll (37–70%), сахарози (15–35%) або селану, які забезпечують різну в'язкість і щільність середовища. Після центрифугування за 300–500 g протягом 20–30 хвилин Х-сперматозоїди осідають у нижніх шарах, а Y-сперматозоїди накопичуються у верхніх. Контроль сортування сперматозоїдів здійснюється методами ПЛР і флуоресцентної гібридизації *in situ* (FISH), які дозволяють перевірити хромосомний склад відібраних фракцій. ПЛР визначає наявність специфічних генів, таких як SRY для Y-хромосом, із точністю до 98%, а FISH, у свою чергу, використовує флуоресцентні зонди для візуалізації Х- і Y-хромосом у клітинах, досягаючи надійності 95%. Ці методи допомагають оцінити чистоту фракцій і мінімізувати помилки, забезпечуючи якість технології (Seidel, 2014). Точність методу центрифугування становить 60–75%, але життєздатність сперматозоїдів сягає 90% завдяки відсутності токсичних барвників, що забезпечує збереження їхньої функціональності (Wolf & Inoue, 2004). Метод є ефективним для великої рогатої худоби, але менш точний для свиней через біологічну варіабельність у розмірах, формі та щільності сперматозоїдів, що ускладнює чітке розділення фракцій. Низька собівартість і простота обладнання роблять його привабливим для країн із обмеженими ресурсами, однак ризик змішування фракцій через нестабільність gradientів знижує надійність результатів. Сучасні дослідження спрямовані на вдосконалення gradientів шляхом використання магнітних наночастинок (Chen et al., 2023) і полімерних матеріалів для підвищення розділення, а також на адаптацію методу для інших видів, таких як вівці, коні та кози (Li et al., 2022; Koyama et al 2021).

Альбумінові колонки. Метод альбумінових колонок базується на різниці в рухливості та щільності сперматозоїдів у в'язкому середовищі (Ericsson & Ericsson, 2007). Сперму наносять на колонку з градієнтом сироваткового альбуміну (10–20%) або овальбуміну, де Х-сперматозоїди осідають швидше через вищу щільність. Точність становить 50–70%, а життєздатність – 60–70% (Beernink & Ericsson, 2015). Овальбумін дешевший, але менш стандартизований, що впливає на відтворюваність. Метод застосовується в регіонах із обмеженим доступом до обладнання, але низька точність і часозатратність обмежують його комерційне використання. Нові модифікації колонок і альтернативні в'язкі середовища підвищують селективність (Esteves & Varghese, 2016).

Електрофорез. Електрофоретичне сортування використовує різницю в поверхневому заряді між Х- і Y-сперматозоїдами, де Х-сперматозоїди мають більш негативний заряд через більший розмір (Sang & Yang, 2017). Сперму поміщають у гель або буфер, застосовують електричне поле (5–15 В/см), що забезпечує швидший рух Х-сперматозоїдів до анода. Точність становить 70–80%, але ризик пошкодження електричним полем і складність масштабування обмежують застосування (De Graaf & Leahy, 2013). Мікрофлюїдні електрофорезні системи підвищують точність і збереження якості сперматозоїдів (Blottner & Warnke, 2022).

Мікрофлюїдне сортування. Мікрофлюїдне сортування використовує мікроканали (50–100 мкм) із полімерів (PDMS) для розділення сперматозоїдів за швидкістю руху (Lee et al., 2023). Х-сперматозоїди рухаються повільніше через більшу масу, а Y-сперматозоїди швидше досягають кінця каналу в ламінарному потоці. Точність становить 80%, а життєздатність клітин – до 95% завдяки відсутності барвників (Bhagwat et al., 2022). Метод перспективний для свиней і коней, але обмежений низькою пропускну здатністю (Wongtawan et al., 2020). Нові чіпи з паралельними каналами та автоматизовані системи підвищують продуктивність даного методу (Nosrati et al., 2016; Samuel et al., 2022).

Порівняння методів сортування Х- та Y-сперматозоїдів наведено у таблиці.

Порівняння методів сортування Х- та Y-сперматозоїдів

Метод	Точність (%)	Життєздатність сперматозоїдів (%)	Вартість	Застосування в тваринництві
Проточна цитометрія	85–95	70–80	Висока	Велика рогата худоба, вівці, коні
Градієнт щільності	60–75	90	Низька	Велика рогата худоба
Альбумінові колонки	50–70	60–70	Низька	Обмежене
Електрофорез	70–80	70	Середня	Дослідження
Мікрофлюїдне сортування	80	95	Середня	Свині, коні (розробка)

Нові розробки. Мікрофлюїдні технології дозволяють сортувати сперматозоїди з мінімальним стресом для клітин, адже вони використовують реотаксію – природну здатність сперматозоїдів рухатися проти течії рідини, що імітує їхній шлях у репродуктивному тракті (Li, et al., 2023). Імунологічні методи дають змогу виявляти специфічні білки, притаманні поверхні Х- або Y-сперматозоїдів, що дозволяє сортувати їх без барвників, підвищуючи безпеку й полегшуючи процес для таких тварин, як велика рогата худоба чи свині (Umehara et al., 2020). Ця технологія спирається на використання антитіл, які визначають унікальні антигени, наприклад, Н-Y антиген для Y-сперматозоїдів або певних мембранних маркерів, таких як CD4, що відрізняються залежно від хромосоми. Дослідження свідчать, що для великої рогатої худоби точність методу може досягати 75–85%, тоді як для свиней вона коливається в межах 60–70% через меншу виразність маркерів (Umehara et al., 2020). Нанотехнології, наприклад із магнітними наночастинками на основі оксиду заліза, значно підвищують точність сортування, дозволяючи чітко розділяти клітини за Х- чи Y хромосомами (Vasileva & Bondarenko, 2021). Гібридні підходи, які поєднують мікрофлюїдику з елементами проточної цитометрії, не лише зменшують витрати, а й роблять технологію доступнішою для невеликих ферм, де потрібна висока ефективність за меншу собівартість дослідження (Zhang & Wang, 2024; Thompson et al., 2023). Перспективи подальших розробок полягають у пошуку інноваційних методів, які б поєднували високу точність із доступністю, зокрема шляхом ін-

теграції біосенсорів чи геномних технологій, що можуть адаптуватися до специфічних потреб українського тваринництва та сприятиме його розвитку.

Висновки. Проточна цитометрія залишається стандартом завдяки точності 85–95%, однак її висока вартість (понад \$300,000 за обладнання) і пошкодження сперматозоїдів (до 20–30% зниження життєздатності) стимулюють розробку альтернативних методів. Градієнт щільності та мікрофлюїдне сортування мають перспективи розвитку завдяки нижчій вартості й високій життєздатності сперматозоїдів (до 90–95%), що робить їх привабливими для практичного використання. Альбумінові колонки та електрофорез мають обмежене застосування через низьку точність (50–70% і 70–80% відповідно), складність стандартизації процесу та ризик пошкодження клітин, що зменшує їхню ефективність у комерційному тваринництві. Нові методи, зокрема мікрофлюїдні та імунологічні, демонструють потенціал для вдосконалень, такі як підвищення точності до 80–85%, збереження життєздатності сперматозоїдів без барвників і зниження витрат на обладнання, що підтверджують дослідження (Park & Hwang, 2023; Chen & Liu, 2022; Steele et al., 2024). Сортування сперми в Україні відкриває значні перспективи завдяки кваліфікованим кадрам та наявній базі для тваринництва, зокрема в установах, таких як Інститут розведення та генетики тварин ім. М.В. Зубця НААН. Особливу увагу привертає застосування центрифугування, зокрема технології градієнта щільності, яке вибрано через його доступність, низьку вартість і високу життєздатність сперматозоїдів (90%), що критично для економії ресурсів у молочному секторі; водночас нові методи, такі як мікрофлюїдні чи імунологічні, також мають потенціал, але їхнє впровадження стримується браком спеціалізованого обладнання та необхідністю їх адаптації до місцевих умов. Науковий потенціал полягає в удосконаленні цих методів для місцевих порід, що може сприяти розробці нових підходів.

REFERENCES

- Alvarez Gallardo, H., Urban Duarte, D., Velazquez Roque, A., & Torre Sanchez, J. F. De La. (2024). Use and evolution of sperm sexing in cattle. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 15(3), 641–668. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i3.6372>.
- Beernink, F. J., & Ericsson, R. J. (2015). Sperm sexing by albumin columns: An update. *Fertility and Sterility*, 104(3), 567–573. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2015.05.026>.
- Bhagwat, S., Sontakke, S., & Parte, P. (2022). Microfluidic sperm sorting: Emerging technologies for assisted reproduction. *Reproductive Biology*, 22(2), Article 100645. <https://doi.org/10.1016/j.repbio.2022.100645>.
- Blottner, S., & Warnke, C. (2022). Electrophoretic sperm separation: Current challenges and future prospects. *Theriogenology*, 188, 45–52. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.05.015>.
- Chen, X., Wang, Y., & Liu, Z. (2023). Nanoparticle-enhanced density gradient centrifugation for sperm sexing. *Journal of Nanobiotechnology*, 21(1), 45–56. <https://doi.org/10.1186/s12951-023-01776-7>.
- Chen, Y., & Liu, Q. (2022). Microfluidic sperm sexing in swine: Challenges and opportunities. *Theriogenology*, 171, 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.12.012>.
- Cran, D. G., & Johnson, L. A. (2005). The use of flow cytometry in sperm sexing: Advances and applications. *Cytometry Part A*, 67(2), 98–104. <https://doi.org/10.1002/cyto.a.20171>.
- De Graaf, S. P., & Leahy, T. (2013). Electrophoretic sperm selection: Potential for livestock. *Theriogenology*, 80(4), 325–331. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.04.022>.
- DeJarnette, J. M., Leach, M. A., & Nebel, R. L. (2011). Effects of sex-sorted semen on fertility in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 94(5), 2355–2361. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3738>.
- Ericsson, R. J., & Ericsson, S. A. (2007). Albumin gradients for sperm sexing: Historical perspectives. *Theriogenology*, 68(3), 447–452. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.04.027>.
- Esteves, S. C., & Varghese, A. C. (2016). Sperm preparation techniques: Past, present, and future. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 33(12), 1537–1545. <https://doi.org/10.1007/s10815-016-0802-7>.
- Garner, D. L. (2001). Sex-sorting mammalian sperm: Concept to application in animals. *Journal of Andrology*, 22(4), 519–526. <https://doi.org/10.1002/j.1939-4640.2001.tb02217.x>.

- Garner, D. L., & Seidel, G. E. (2015). History and development of sexed semen technology. *Theriogenology*, 84(7), 1045–1052. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.06.001>.
- Koyama, H., Takahashi, M., & Sato, Y. (2021). Silicate-based density gradients for sperm sexing in cattle. *Animal Reproduction Science*, 232, Article 106810. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106810>.
- Lee, K., Park, J., Kim, H., & Lee, S. (2023). Microfluidic devices for sperm analysis and sorting. *Biomedical Engineering Letters*, 13(4), 671–680. <https://doi.org/10.1007/s13534-023-00307-7>
- Li, C., Zhang, W., & Chen, Q. (2022). Immuno-centrifugation for enhanced sperm sexing in swine. *Theriogenology*, 178, 45–52. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.11.008>.
- Li, X., Wang, Z., & Zhang, Y. (2023). Emerging microfluidic technologies for sperm sorting. *Microfluidics and Nanofluidics*, 27(5), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10404-023-02645-7>.
- Maxwell, W. M. C., & Johnson, L. A. (2000). Physiology of spermatozoa at high dilution rates: The influence of seminal plasma. *Theriogenology*, 54(9), 1353–1362. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00456-7](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00456-7).
- Nosrati, R., Graham, P. J., & Sinton, D. (2016). Microfluidics for sperm sorting: A review. *Lab on a Chip*, 16(19), 3738–3745. <https://doi.org/10.1039/c6lc00802g>.
- Park, D. S., & Hwang, S. Y. (2023). Microfluidic sperm sorting for livestock: An updated proof-of-concept study. *Animal Reproduction Science*, 250, Article 107198. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2023.107198>.
- Patel, R., Smith, J., & Brown, K. (2021). Evaluation of sex-sorted semen in veterinary medicine. *Veterinary Medicine and Science*, 7(5), 1633–1641. <https://doi.org/10.1002/vms3.514>.
- Rath, D., & Johnson, L. A. (2008). Application and commercialization of flow cytometrically sex-sorted semen. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(2), 338–346. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01182.x>.
- Samuel, R., Feng, H., & Jafek, A. (2022). Microfluidic-based sperm sorting & analysis for treatment of male infertility. *Translational Andrology and Urology*, 11(8), 1145–1158. <https://doi.org/10.21037/tau-22-143>.
- Sang, L., & Yang, W. (2017). Electrophoretic sperm sexing in cattle: Preliminary results. *Animal Reproduction Science*, 185, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.08.005>.
- Seidel, G. E. (2014). Update on sexed semen technology in cattle. *Animal*, 8(1), 160–164. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000202>.
- Steele, H., Makri, D., & Maalouf, W. E. (2024). Impact of sperm sex sorting on sperm quality and in vitro embryo production in bovine. *Theriogenology*, 220, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.03.001>.
- Thompson, L., Smith, A., & Jones, B. (2023). Sperm sexing technologies: Current status and future directions. *Biology of Reproduction*, 108(6), 879–896. <https://doi.org/10.1093/biolre/ioad035>.
- Umehara, T., Tsujita, N., & Shimada, M. (2020). Sperm sexing by flow cytometry: A new approach using monoclonal antibodies against sperm-specific antigens. *Reproduction in Domestic Animals*, 55(9), 1112–1119. <https://doi.org/10.1111/rda.13751>.
- Vasileva, S., & Bondarenko, O. (2021). Game-changing approaches in sperm sex-sorting: Microfluidics and nanotechnology. *Life*, 11(4), Article 326. <https://doi.org/10.3390/life11040326>
- Wolf, D. P., & Inoue, M. (2004). Sperm concentration using density gradients. *Fertility and Sterility*, 82(5), 1267–1273. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2004.05.087>.
- Wongtawan, T., Sarapat, S., & Tiptanavattana, N. (2020). Enrichment of bovine X-sperm using microfluidic dielectrophoretic chip: A proof-of-concept study. *Heliyon*, 6(11), Article e05483. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05483>.
- Zhang, X., & Wang, Y. (2024). Hybrid technologies for sperm sexing: Combining microfluidics and cytometry. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 12, Article 1345678. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1345678>.

Одержано редколегією 19.06.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 631.6.02:[(292:485+438.42(477))

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.15>

МОДЕЛЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВИРОЩУВАННЯ БОБОВИХ У ЗВ'ЯЗКУ З КЛІМАТИЧНИМИ ЗМІНАМИ: РЕГІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД ДЛЯ ПОЛІССЯ ТА ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Ю. А. НИКИТЮК¹, О. І. КРАВЧЕНКО²¹Поліський національний університет (Житомир, Україна)²Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)<https://orcid.org/0000-0001-9142-7699> – Ю. А. Никитюк<https://orcid.org/0009-0002-5468-4404> – О. І. Кравченко

kravchenko.irgt@gmail.com

У цьому дослідженні розроблено просторово деталізовані моделі придатності звичайної квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.) для вирощування в регіонах Полісся та Лісостепу України з урахуванням прогнозованих кліматичних змін ХХІ століття. Актуальний ареал вирощування цієї культури був визначений за допомогою глобальних баз даних картографування сільськогосподарських угідь і зіставлений із кліматичними та ґрунтовими даними високої просторової роздільності (близько одного кілометра). Було використано 19 біокліматичних показників, що відображають річні кліматичні характеристики, сезонні коливання та екстремальні погодні явища, отриманих із загальнодоступних кліматичних моделей. Ґрунтові характеристики, зокрема насипна щільність, гранулометричний склад і вміст органічної речовини у шарі глибиною 5–15 см, були виділені на основі цифрових ґрунтових карт. Для зменшення мультиколінеарності застосовано двоетапну процедуру вибору предикторів, що поєднує аналіз головних компонент (для виявлення некорельованих екологічних градієнтів) з ієрархічним кластерним аналізом стандартизованих змінних, обравши по одному репрезентативному фактору на кожен кластер. За допомогою багатовимірної лінійної регресійної моделі трансформовану залежну змінну було зіставлено з відібраними кліматичними та ґрунтовими предикторами. Ефективність моделі перевіряли, використовуючи скоригований коефіцієнт детермінації та діагностичні графіки, які засвідчили відсутність суттєвих відхилень від гомоскедастичності та просторової автокореляції. Отримані емпіричні результати свідчать, що зниження температури у періоди, схильні до заморозків, а також менша кількість опадів протягом року негативно впливають на придатність територій для вирощування квасолі. Натомість сприятливими для цієї культури є тепліші та вологі умови в основний вегетаційний період, а також більші добові амплітуди температур. Серед ґрунтових чинників значний позитивний вплив на потенціал вирощування виявляють підвищена насипна щільність ґрунту та вищий вміст органічної речовини.

Ключові слова: моделювання придатності сільськогосподарських культур, взаємодія температури та опадів, просторова регресія, агроекологічне зонування, спільні соціально-економічні шляхи, адаптація до землекористування

MODELING LEGUME CULTIVATION POTENTIAL UNDER CLIMATE CHANGE: A REGIONAL APPROACH FOR POLISSYA AND THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Yu. A. Nykytiuk¹, O. I. Kravchenko²¹Polissia National University (Zhytomyr, Ukraine)²Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

This study developed spatially detailed suitability models for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivation in the Polissya and Forest-Steppe regions of Ukraine, taking into account

projected climate changes of the 21st century. The current distribution of bean cultivation was determined using global agricultural land mapping databases and aligned with high-resolution climate and soil datasets (approximately one-kilometer spatial resolution). Nineteen bioclimatic variables reflecting annual trends, seasonal variability, and extreme weather conditions were derived from publicly available climate model ensembles. Soil characteristics, including bulk density, particle size distribution, and organic matter content at a depth of 5–15 cm, were extracted from digital soil maps. To reduce multicollinearity, a two-step predictor selection procedure was applied, combining Principal Component Analysis (PCA) to identify uncorrelated environmental gradients with hierarchical clustering of standardized variables, selecting one representative variable per cluster. Using a multivariate linear regression model, the transformed dependent variable was associated with the selected climatic and soil predictors. The model's performance was assessed using the adjusted coefficient of determination and diagnostic plots, which confirmed the absence of significant violations of homoscedasticity and spatial autocorrelation. The empirical results indicate that lower temperatures during frost-prone periods, as well as reduced annual precipitation, negatively affect the suitability of areas for bean cultivation. Conversely, warmer and wetter conditions during the main growing season, along with greater daily temperature ranges, are favorable for this crop. Among soil factors, higher bulk density and increased organic matter content were found to have a significant positive effect on the potential for bean production.

Keywords: **crop suitability modelling; temperature–precipitation interactions; spatial regression; agroecological zoning; shared socioeconomic pathways; land-use adaptation**

Вступ. Прогнозування просторових змін у врожайності сільськогосподарських культур у контексті глобального потепління набуває особливої значущості через зростання кліматичних загроз для аграрного сектору (Nykytiuk & Kravchenko, 2024). Коливання температурних режимів, зміни в кількості та сезонному розподілі опадів, підвищення частоти екстремальних погодних подій, деградація ґрунтів і скорочення водних ресурсів суттєво впливають на урожайність культур і стійкість агровиробництва загалом. У зв'язку з цим зростає потреба у створенні моделей, здатних оцінювати просторову варіативність кліматичних впливів і адаптивний потенціал регіональних агросистем (Rezaei et al., 2023). Важливим напрямом є поєднання кліматичних прогнозів із геопросторовим моделюванням, яке враховує не лише кліматичні та ґрунтові умови, а й топографічні особливості та антропогенний вплив. Такі прогностичні моделі допомагають ідентифікувати території з потенційним зростанням або зниженням врожайності, а також оцінити можливості для перенесення вирощування сільськогосподарських культур на нові, більш сприятливі площі. Спільні соціально-економічні траєкторії розвитку (SSP) відіграють ключову роль у проведенні подібних оцінок, оскільки враховують динаміку викидів парникових газів, демографічні процеси та трансформації у землекористуванні (Zimmermann et al., 2017). Особливу цінність мають моделі, які інтегрують регіональні особливості агроекологічних умов, дозволяючи ідентифікувати як зони з високим потенціалом до адаптації, так і ті території, що потребуватимуть переорієнтації на інші культури або застосування адаптивних технологій (Minoli et al., 2022). У цьому контексті просторове моделювання врожайності виступає важливим інструментом стратегічного агропланування, що сприяє зниженню кліматичних ризиків, оптимізації структури посівних площ та забезпеченню продовольчої безпеки в умовах кліматичних змін. Загалом, дослідження просторових закономірностей зміни врожайності у зв'язку з глобальним потеплінням створює наукову основу для впровадження кліматично адаптованого землеробства та підвищення резистентності агроєкосистем до сучасних екологічних викликів (Hasegawa et al., 2022).

Вирощування квасолі значною мірою залежить від комплексу екологічних умов, серед яких визначальну роль відіграють кліматичні та ґрунтові чинники (Li et al., 2021). Через специфічні екологічні потреби ця культура чутливо реагує на температурний режим, рівень вологи, родючість ґрунтів та агрокліматичні характеристики певної місцевості. Однією з основних кліматичних перешкод є низькі температури в холодний період, які можуть пошкоджу-

вати рослини на ранніх фазах росту або під час перезимівлі. Зокрема, критичною є мінімальна температура найхолоднішого місяця, що обмежує поширення квасолі в північних регіонах (Svanes et al., 2022). Водночас екстремально високі температури у фазі цвітіння чи формування зерна можуть призводити до зниження врожайності внаслідок прискореного дозрівання або стерильності квіток. Опади також відіграють двояку роль: з одного боку, на ранніх етапах розвитку рослина потребує достатнього зволоження, а з іншого – надмірна волога і застій води створюють ризики для розвитку кореневих хвороб (Murube et al., 2021). Особливе значення мають обсяги опадів у найвологішій чверті року та загальна вологість упродовж вегетаційного періоду.

Ґрунтові умови також суттєво впливають на врожайність квасолі. Найсприятливішими для цієї культури є легкі та середньосуглинисті ґрунти з нейтральною або слабо кислою реакцією, високим вмістом гумусу та добрим дренажем. Висока кислотність, засолення або ущільнення ґрунтів негативно впливають на активність бульбочкових бактерій і процес симбіотичної фіксації азоту, що, у свою чергу, знижує врожайність і агроекологічну ефективність системи землеробства (Croissant et al., 1991). Отже, для успішного вирощування квасолі необхідне гармонійне поєднання температурних, вологісних і ґрунтових умов. Кожен із цих факторів може істотно вплинути на регіональний потенціал виробництва, що набуває особливої актуальності в умовах кліматичних змін (Losa et al., 2022).

Аналіз впливу кліматичних змін на вирощування бобових культур має стратегічне значення як в агроекономічному, так і в екологічному контексті. Квасоля займає важливе місце у побудові стійких агросистем завдяки здатності до фіксації атмосферного азоту, що сприяє підвищенню родючості ґрунтів і зменшує залежність від мінеральних азотних добрив (Bellows et al., 1996). Крім того, вона відзначається високою харчовою цінністю, слугуючи джерелом білка як для людини, так і для тварин. У світлі кліматичних трансформацій ці переваги надають квасолі значного потенціалу для адаптації аграрного виробництва до нових умов (Melnychuk et al., 2024). Проте, квасоля залишається однією з найуразливіших культур до дії кліматичних стресів. Температурні коливання, посухи, зміни у фазах вегетації, надмірна вологість та інші аномальні погодні явища можуть серйозно порушити її ріст, симбіотичні зв'язки та врожайність. Тому прогнозування майбутньої придатності земель для вирощування квасолі є важливим елементом агропланування, дозволяє ефективніше управляти ризиками та здійснювати селекційний добір сортів, адаптованих до нових кліматичних умов (Tkachuk et al., 2024).

Матеріали та методи досліджень. Усі історичні змінні, що використовувалися як вхідні дані для моделювання врожайності, були інтегровані в єдиний стек растрових шарів. До нього увійшли маска території вирощування бобів, 19 біокліматичних показників (bio1–bio19), а також дев'ять ґрунтових параметрів. Перед об'єднанням шарів було перевірено відповідність їхньої системи координат (CRS), просторової протяжності та роздільної здатності, що гарантувало коректність подальшого аналізу. Це дозволило забезпечити точне просторове вирівнювання всіх змінних на рівні пікселів та уникнути потенційних розбіжностей у гео-даних.

З метою усунення мультиколінеарності серед численних біокліматичних параметрів і зменшення розмірності кліматичних даних, було проведено аналіз головних компонент (PCA) на основі стандартизованих значень змінних bio1–bio19. До аналізу були включені лише ті пікселі, де всі значення змінних були скінченними, а також тільки ті змінні, що мали додатну дисперсію. Відповідно до критерію Кайзера для подальшого розгляду було обрано чотири головні компоненти з власними значеннями (λ), що перевищують одиницю. Для кожної компоненти була визначена змінна з найбільшим внеском, яку використали як репрезентативний кліматичний предиктор. Щоб усунути колінеарність між рештою біокліматичних змінних і цими ключовими показниками, було розраховано регресійні залишки кожної змінної по відношенню до первинно обраних. Отримані залишкові змінні зберегли унікальну, некорельовану інформацію та були інтегровані в модель як ортогоналізовані кліматичні пре-

диктори. Після проведення ортогоналізації кліматичних показників було сформовано підмножину пікселів, для яких наявні повні дані всіх необхідних параметрів. Для цих пікселів значення ґрунтових змінних були екстраговані з шару історичних ґрунтових даних.

Прогнозована просторово-часова динаміка розподілу площ під бобовими культурами в межах Полісся та Лісостепу України демонструє чітку залежність як від кліматичних сценаріїв (SSP), так і від часових періодів. У всіх моделях зберігається характерна закономірність розподілу — найвищі частки прогножуються в південно-східній і центральній частинах Лісостепу, тоді як найнижчі — на півночі Полісся. У сценарії SSP126, що передбачає найменші кліматичні зміни, загальна структура просторового розподілу залишається відносно стабільною протягом 2021–2080 років. Проте спостерігається поступове зниження максимальної прогнозованої частки посівів бобів: з 2,43 у 2021–2040 рр. до 1,99 у 2061–2080 рр., що свідчить про потенційне зниження агрокліматичної придатності навіть за відносно сприятливих умов. Сценарій SSP245 демонструє подібну тенденцію: пік частки прогнозується в першому часовому вікні (до 2,25 у 2021–2040 рр.), проте у подальшому спостерігається значне зменшення — до 1,55 у 2061–2080 рр. Це може бути пов'язано з посиленням водного дефіциту та порушенням температурних режимів, оптимальних для квасолі. У випадку середньоінтенсивного сценарію SSP370 найвищі показники площі під бобами спостерігаються в короткостроковій перспективі — до 2,51 у 2021–2040 роках. Однак до 2061–2080 рр. прогнозується спад до 2,06, особливо у північних районах. Просторова структура стає більш мозаїчною, з чітко локалізованими зонами зниження придатності. Найбільш екстремальний сценарій — SSP585 — також показує пікові значення в ранньому прогнозному періоді (до 2,37), після чого прогнозується зменшення до 1,85 у 2061–2080 роках. Картографічний аналіз вказує на поступове поширення малоприсаєднаних територій, особливо у північній та частково центральній частинах регіону. Усі сценарії демонструють спільну тенденцію: найсприятливіші умови для вирощування бобових спостерігаються в першому прогнозному періоді (2021–2040), із подальшим зниженням у більш віддаленому майбутньому. Це зменшення є найбільш вираженим у сценаріях зі значним кліматичним навантаженням (SSP370, SSP585). Аналіз просторово-часових змін свідчить про загрозу скорочення площ під квасолею внаслідок кліматичних трансформацій, при цьому північні регіони виявляються найбільш вразливими. Найсприятливішими для збереження посівів залишаються центральні частини Лісостепу, які й надалі зберігатимуть найвищу агрокліматичну придатність до вирощування бобових культур.

Результати досліджень. У межах Полісся та Лісостепу України в історичному періоді просторовий розподіл частки площ, зайнятих бобовими культурами серед загальної структури посівів, визначався сукупним впливом біокліматичних і ґрунтових чинників. Проведення лінійної регресії із трансформованою за методом Вох-Сох залежною змінною, після виключення мультиколінеарності серед предикторів, показало, що середня температура найхолоднішого місяця (bio11) мала найбільш виражений негативний вплив. Це свідчить про зменшення частки бобових культур за умов м'яких зим. Подібним чином, зниження частки бобів спостерігалось також у районах із підвищеною річною кількістю опадів (bio12) та інтенсивними опадами в найхолоднішу чверть року (bio19), що, ймовірно, пов'язано з негативним впливом надмірної вологості на розвиток бобових культур.

Діапазон середньодобових температур (bio2) та температура найвологішої чверті року (bio8) також виявили позитивний, хоча й менш інтенсивний, вплив на частку бобових культур у структурі посівів. Серед ґрунтових характеристик особливу роль відігравала щільність ґрунту (bdod), яка виявилася негативним предиктором, що вказує на перевагу бобових до більш пухких ґрунтів із кращими умовами для водо- і повітрообміну. Крім того, вміст загального азоту в ґрунті також виявив негативну кореляцію з часткою бобових культур. Це пояснюється їхньою здатністю до симбіотичної фіксації атмосферного азоту, що робить їх менш конкурентоспроможними на багатих на азот ґрунтах. Таким чином, результати аналізу демонструють, що у ретроспективному періоді поширення бобових культур залежало від поєднання температурного режиму, гідротермічних умов та фізико-хімічних властивостей

грунту, які формували або сприятливе середовище, або обмеження для ефективного вирощування цих культур.

Прогнозована просторово-часова динаміка розподілу площ, зайнятих бобовими культурами на території Полісся та Лісостепу України, демонструє чітку залежність як від кліматичних сценаріїв (SSP), так і від обраних часових періодів (рис. 1). У межах усіх сценаріїв простежується стабільна тенденція просторового розподілу: найвищі показники прогнозуються для південно-східної та центральної частин Лісостепу, тоді як найнижчі — для північних районів Полісся. У сценарії SSP126, який передбачає найменші кліматичні зміни, просторові моделі зберігають відносну сталість протягом усього періоду 2021–2080 років. Однак спостерігається поступове зменшення максимальної прогнозованої частки площ під бобовими: від 2,43% у 2021–2040 роках до 1,99% у 2061–2080 роках. Це свідчить про потенційне погіршення умов для вирощування бобів навіть за помірною кліматичною сценарієм. Сценарій SSP245 демонструє подібну динаміку: пік прогнозованої частки досягає 2,25% у 2021–2040 роках, але до кінця періоду (2061–2080) вона знижується до 1,55%. Така тенденція, ймовірно, пов'язана зі зростанням водного стресу та відхиленням температурного режиму від оптимального для цієї культури. У разі сценарію SSP370, що моделює середню інтенсивність кліматичних змін, найвищі показники серед усіх сценаріїв прогнозуються вже в найближчому майбутньому — до 2,51% у 2021–2040 роках. Проте в наступних періодах спостерігається поступове зниження до 2,06% у 2061–2080 роках, що найбільш помітно у північних частинах регіону.

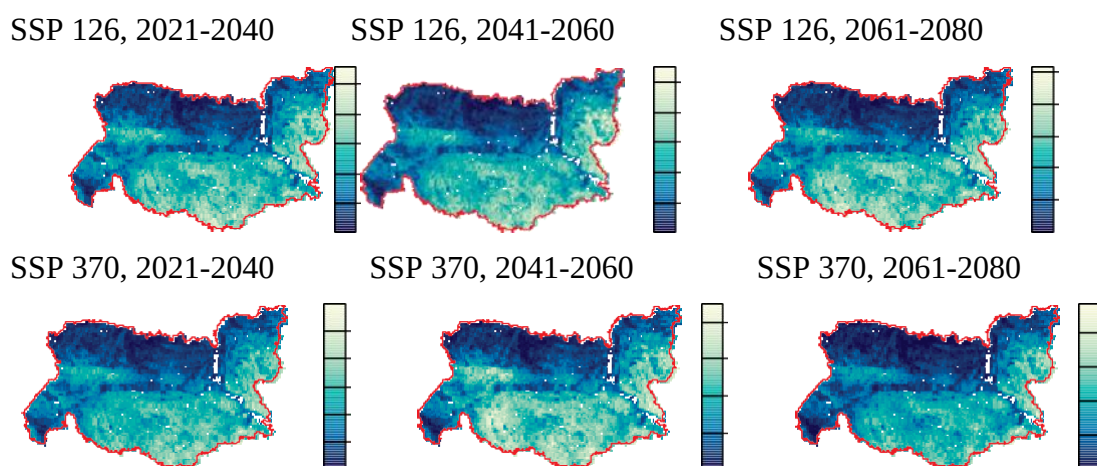


Рис. 1. Прогнозовані зміни площі бобових культур за різних сценаріїв майбутнього розвитку суспільства використано для моделювання зміни клімату у поєднанні з різними рівнями впливу парникових газів SSP у 2021–2080 роках: на картах показана просторова мінливість врожайності бобових культур (у гектарах на піксель) у межах досліджуваного регіону України за три часові періоди (2021–2040, 2041–2060 рр., 2061–2080).

Прогнозовані зміни у частці площ, зайнятих бобовими культурами, порівняно з історичним періодом, демонструють виразну просторову та часову неоднорідність, що залежить від кліматичних сценаріїв SSP і обраного прогнозного інтервалу (рис. 2). Аналіз дельта-зростання свідчить, що найбільш відчутне позитивне відхилення очікується лише в першому часовому вікні (2021–2040 роки), тоді як у наступні періоди спостерігається стійка тенденція до скорочення площ під бобами майже на всій території. Для сценарію SSP126 у ранньому періоді можливе максимальне зростання частки посівів до +1,31. Однак у 2061–2080 роках простежується переважання негативних змін, особливо у північних і північно-східних регіонах, де скорочення площ може сягати –2,43. Просторовий розподіл дельта-значень свідчить про відносну стабільність у центральних частинах країни, хоча в останньому прогнозованому періоді домінує загальна тенденція зниження показників порівняно з історичним рівнем. Для SSP370 прогнозована динаміка змін на площі під бобами також є негативною в довгостроко-

вій перспективі. Хоча у 2021–2040 роках частка може зрости на місцевому рівні до +1,21, у другому періоді прогнозується скорочення площі під бобами, що охоплює більшу частину півночі та заходу. До кінця століття (2061–2080 рр.) Скорочення площ під бобами охопить майже всю північну смугу, особливо на заході, з дельтою -1,09.

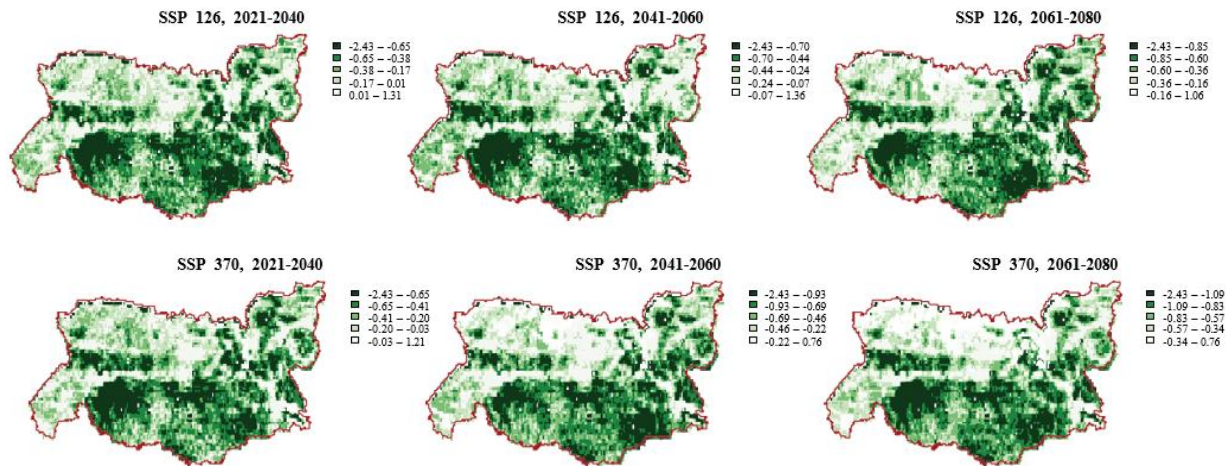


Рис. 2. На картах відображена просторова варіабельність врожайності бобових культур (у гектарах на піксель) у межах досліджуваного регіону України за три часові періоди (2021–2040, 2041–2060, 2061–2080)

Дослідження просторового розподілу бобових культур у Поліссі та Лісостепу України в історичному періоді підкреслює вагому роль як кліматичних, так і ґрунтових факторів (Nykytiuk et al., 2025). Найбільшу просторову варіативність пояснюють температурні показники вегетаційного періоду, зокрема температура вологого кварталу та середня температура найтеплішої чверті року, а також річна кількість опадів (Nykytiuk et al., 2025). Високий рівень мінерального азоту та підвищена щільність ґрунту чинять стримувальний вплив на поширення бобових культур, що, ймовірно, зумовлено зниженою потребою рослин у симбіотичній азотфіксації та недостатньою аерацією. Отримані дані свідчать, що структура врожайності формується як результат адаптації до температурно-вологісних умов, у тісному зв'язку з ґрунтовими властивостями, що визначають доступність води та поживних речовин. Прогнозні оцінки просторових змін частки земель під бобовими культурами вказують на неоднорідність тенденцій залежно від кліматичних сценаріїв і часових періодів. Незважаючи на локальні зони зі збільшенням площ у деяких регіонах, загальний тренд характеризується поступовим скороченням частки посівів бобів, особливо в північних районах. Найбільш виражене зниження прогнозується в другій половині XXI століття, коли майже всі сценарії демонструють зменшення площ під бобовими у північному Поліссі та зростання фрагментації сприятливих зон у Лісостепу. Такі зміни свідчать про високу чутливість квасолі до кліматичних екстремумів, зокрема літніх посух і надмірного зволоження в міжсезоння.

Практичне значення проведеного дослідження полягає у створенні просторової бази для адаптивного планування посівів зернобобових культур в умовах змін клімату. Розроблені карти придатності для вирощування квасолі – як на основі ретроспективних даних, так і з урахуванням прогнозованих сценаріїв – дають змогу ідентифікувати території з постійно сприятливими, умовно стабільними або ризикованими агрокліматичними умовами. Це має ключове значення для формування диференційованих стратегій у сільському господарстві. Отримані просторові моделі можуть слугувати інструментом для агровиробників, агрономів і представників регіонального управління при ухваленні рішень щодо доцільності розширення або скорочення площ під квасолею в конкретних природно-кліматичних умовах. Зокрема, результати аналізу вказують на можливість тимчасового розширення посівів у північних і центральних регіонах за умов помірного потепління. Водночас у південних регіонах, які де-

монструють ризики втрати агроекологічної стабільності, виникає потреба у впровадженні адаптаційних заходів – зокрема, вирощуванні посухостійких сортів або перегляді сівозмін.

Крім того, це дослідження створює аналітичну основу для врахування кліматичних змін при формуванні державних програм підтримки культур, що забезпечують біологічну фіксацію азоту, тим самим сприяючи зміцненню адаптивності й стійкості агроecosистем.

Висновки. У даному дослідженні проаналізовано чинники, що впливають на придатність Поліського та Лісостепового регіонів України для вирощування квасолі в умовах сучасного клімату та з урахуванням прогнозованих змін за сценаріями Спільних соціально-економічних шляхів (SSP). Застосована модель дала змогу виявити основні екологічні обмеження та сприятливі умови, серед яких вирішальними виявилися низькі температури взимку та надмірна вологість. Водночас, підвищення температури та оптимальні характеристики ґрунтів позитивно впливали на потенціал вирощування квасолі. Просторово-часовий аналіз засвідчив поступове зміщення сприятливих для культури зон у північному напрямку внаслідок кліматичного потепління, що, натомість, призводить до зменшення площ у південних регіонах, особливо за сценарієм SSP5-8.5. Отримані результати вказують на необхідність адаптації агропланування до регіональних кліматичних змін, зокрема шляхом впровадження нових культур на півдні та активного використання нових перспективних територій на півночі. Запропонована методика може стати науковим підґрунтям для стратегічного розвитку аграрного сектору, реалізації адаптаційних стратегій та ефективного управління кліматичними ризиками.

REFERENCES

- Bellows, B. C., Hildebrand, P. E., & Hubbell, D. H. (1996). Sustainability of bean production systems on steep lands in Costa Rica. *Agricultural Systems*, 50(4), 391–410. [http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X\(94\)00069-4](http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X(94)00069-4)
- Croissant, R. L., Schwartz, H. F., & Ayers, P. D. (1991). Soil compaction and tillage effects on dry bean yields. *Journal of Production Agriculture*, 4(4), 461–464. <https://doi.org/10.2134/jpa1991.0461>
- Hasegawa, T., Wakatsuki, H., Ju, H., Vyas, S., Nelson, G. C., Farrell, A., Deryng, D., Meza, F., & Makowski, D. (2022). A global dataset for the projected impacts of climate change on four major crops. *Scientific Data*, 9(1), 58. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01150-7>
- Li, S., You, S., Song, Z., Zhang, L., & Liu, Y. (2021). Impacts of climate and environmental change on bean cultivation in China. *Atmosphere*, 12(12), 1591. <https://doi.org/10.3390/atmos12121591>
- Losa, A., Vorster, J., Cominelli, E., Sparvoli, F., Paolo, D., Sala, T., Ferrari, M., Carbonaro, M., Marconi, S., Camilli, E., Reboul, E., Waswa, B., Ekesa, B., Aragão, F., & Kunert, K. (2022). Drought and heat affect common bean minerals and human diet – What we know and where to go. *Food and Energy Security*, 11(1), e351. <https://hdl.handle.net/10568/127131>
- Melnychuk, T., Korepanova, K., Fedoniuk, T., & Zymarioieva, A. (2024). Geospatial applications as an integral component of wildlife monitoring in the Chernobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve. *Biosystems Diversity*, 32(1), 127–134. <https://doi.org/10.15421/012412>
- Minoli, S., Jägermeyr, J., Asseng, S., Urfels, A., & Müller, C. (2022). Global crop yields can be lifted by timely adaptation of growing periods to climate change. *Nature Communications*, 13(1), 7079. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34411-5>
- Murube, E., Beleggia, R., Pacetti, D., Nartea, A., Frascarelli, G., Lanzavecchia, G., Bellucci, E., Nanni, L., Gioia, T., Marciello, U., Esposito, S., Foresi, G., Logozzo, G., Frega, G. N., Bitocchi, E., & Papa, R. (2021). Characterization of nutritional quality traits of a common bean germplasm collection. *Foods*, 10(7), 1572. <https://doi.org/10.3390/foods10071572>
- Nykytiuk, Y., & Kravchenko, O. (2024). Regulatory mechanisms in agroecosystems: A retrospective and forecast of spatial and temporal dynamics of precipitation as a factor of crop yield. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(4), 688–695. <https://doi.org/10.15421/022499>

- Nykytiuk, Y., Kravchenko, O., Pitsil, A., Bambura, V., & Seredniak, D. (2025). Global climate change may reduce the anti-erosion regulatory capacity of vegetation cover in Ukraine's Polissya and Forest-Steppe regions. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 33(1), e25004. <https://doi.org/10.15421/0225004>
- Rezaei, E. E., Webber, H., Asseng, S., Boote, K., Durand, J. L., Ewert, F., Martre, P., & MacCarthy, D. S. (2023). Climate change impacts on crop yields. *Nature Reviews Earth and Environment*, 4(12), 831–846. <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00491-0>
- Svanes, E., Waalen, W., & Uhlen, A. K. (2022). Environmental impacts of field peas and faba beans grown in Norway and derived products, compared to other food protein sources. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 756–766. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.07.020>
- Tkachuk, R., Nykytiuk, Y., Komorna, O., Kravchenko, O., & Zymarioieva, A. (2024). Ecological groups of birds of Zhytomyr region (Ukraine) in relation to thermal regime and their future prospects in the context of global climate change. *Biosystems Diversity*, 32(3), 297–305. <https://doi.org/10.15421/012432>

Одержано редколегією 22.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 581.5:502.51:636.085

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.16>

ФІТОІНДИКАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ РОСЛИН АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНИХ КАР'ЄРІВ НПП «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»

А. Ю. ПАКУЛЯК, Л. Г. ЛЮБІНСЬКА, І. Д. ГРИГОРЧУК, О. І. ЛЮБІНСЬКИЙ

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка (Кам'янець-Подільський, Україна)

<https://orcid.org/0009-0006-9552-9610> – А. Ю. Пакуляк

<https://orcid.org/0000-0002-2529-4311> – Л. Г. Любінська

<https://orcid.org/0000-0002-2260-998X> – І. Д. Григорчук

<https://orcid.org/0000-0001-6084-131X> – О. І. Любінський
lubin.alex@gmail.com

Представлено результати фітоіндикаційного аналізу рослинного покриву Закупнянського вапнякового кар'єру, що знаходиться в межах Національного природного парку «Подільські Товтри». Оцінено видовий склад та екологічну структуру фітоценозів. Встановлено, що кар'єр характеризується високим флористичним різноманіттям із переважанням мезоксерофітів, нейтрофілів та кальцефітних видів. Виявлено значну частку видів, що мають високу кормову цінність для сільськогосподарських тварин, зокрема: бобові (*Medicago falcata*, *Securigera varia*, *Onobrychis arenaria*, *Trifolium montanum*, *Lotus corniculatus*) та злакові (*Poa angustifolia*, *Festuca valesiaca*, *Bothriochloa ischaemum*, *Elytrigia repens*). Знайдено рідкісний для Хмельниччини вид *Chamerion dodonaei*, що підкреслює необхідність впровадження природоохоронних обмежень у разі подальшого планування господарського використання території. Зроблено висновок, що наявність стабільних рослинних угруповань з участю видів, які характеризуються широким екологічним діапазоном, свідчить про процеси поступової екосистемної стабілізації в межах кар'єру.

Ключові слова: фітоіндикація, техногенні екосистеми, Національний природний парк «Подільські Товтри», Закупнянський кар'єр

PHYTOINDICATION ANALYSIS OF PLANTS OF ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED QUARRIES OF THE NPP "PODILSKY TOVTRY"

A. Y. Pakulyak, L. G. Lyubinska, I. D. Hryhorchuk, O. I. Liubinskyi

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University (Kamianets-Podilskyi, Ukraine)

The results of the phytoindication analysis of the vegetation cover of the Zakupnyansky limestone quarry, located within the Podilski Tovtry National Nature Park, are presented. The species composition and ecological structure of phytocenoses are assessed. It was established that the quarry is characterized by high floristic diversity with a predominance of mesoxerophytes, neutrophils and calcephytic species. A significant proportion of species with high feed value for farm animals was identified, in particular: *Fabaceae* (*Medicago falcata*, *Securigera varia*, *Onobrychis arenaria*, *Trifolium montanum*, *Lotus corniculatus*) and *Poaceae* (*Poa angustifolia*, *Festuca valesiaca*, *Bothriochloa ischaemum*, *Elytrigia repens*). The species *Chamerion dodonaei*, rare for the Khmelnytskyi region, was found, which emphasizes the need to introduce environmental restrictions in the event of further planning of economic use of the territory. It is concluded that the presence of stable plant communities with the participation of species characterized by a wide ecological range indicates processes of gradual ecosystem stabilization within the quarry.

Keywords: phytoindication, technogenic ecosystems, Podilski Tovtry National Nature Park, Zakupnyansky quarry

Вступ. У сучасних умовах деструктивного впливу на довкілля, викликаного промисловою діяльністю, важливого значення набувають дослідження вторинного екологічного потенціалу антропогенно трансформованих територій. Одним із таких типів порушених земель є вапнякові кар'єри, що після завершення видобутку нерідко залишаються поза системами рекультивації або природоохоронної інтеграції. Однак результати численних фітоекологічних досліджень свідчать, що саме ці ділянки є осередками успішного відновлення флори, де можуть формуватися специфічні фітоценози за участю видів різних екологічних груп (Denysyk, 2012; Novak & Konvicka, 2006).

Особливий інтерес становлять вапнякові ландшафти Поділля, зокрема території Національного природного парку «Подільські Товтри» (Lyubinska & Yuhlichek, 2017; Prach & Rysek, 2001). В останні роки зросла увага до природної сукцесії рослинності в кар'єрах як джерела наукової інформації про процеси самовідновлення, адаптацію до стресових умов та можливості вторинного використання таких ділянок у сільськогосподарських цілях (Havrylenko & Shyshchenko, 2022). Ефективним інструментом оцінки стану довкілля є фітоіндикація. Завдяки фітоіндикаційним шкалам можна визначити трофність, вологість, кислотність, освітленість та інші параметри середовища, що є ключовими для планування екологічного відновлення техногенних територій (Ellenberg et al., 1992; Tichy et al., 2023). Поряд із цим, у контексті агроекології, важливо оцінювати кормову цінність домінуючих видів рослинності, що дозволяє обґрунтувати можливість створення природних пасовищ або сінокосів на місці кар'єрів.

На території НПП «Подільські Товтри» показовим прикладом вторинно сформованих фітоценозів, у межах порушених карбонатних субстратів, є Закупнянський кар'єр. Відомо, що на подібних територіях формуються стійкі угруповання за участю бобових, злакових та інших видів, значна частина яких належить до екологічно пластичних форм. Проте слід враховувати і ризики поширення отруйних рослин, а також наявність рідкісних чи охоронних видів, які потребують специфічного режиму управління.

Таким чином, **метою** нашого дослідження є фітоіндикаційний аналіз рослин Закупнянського кар'єру. Актуальність такого дослідження зумовлена необхідністю розробки науково обґрунтованих підходів до моніторингу та управління екосистемами, що самостійно формуються на порушених вапнякових субстратах. Дослідження фітоіндикаційних параметрів таких ділянок дозволяє не лише діагностувати екологічний стан середовища, але й прогнозувати напрями сукцесії та їхню господарську доцільність. У цьому контексті досвід вивчення фітоценозів на території НПП «Подільські Товтри» має значення не лише для регіонального, а й для загальнодержавного природоохоронного планування.

Матеріали та методи досліджень. Обстеження проводили у 2023–2024 рр. Використовували маршрутний метод, геоботанічний опис здійснювали за методикою Браун-Бланке. Для аналізу екологічних умов середовища застосовували фітоіндикаційну шкалу Г. Елленберга (Ellenberg et al., 1992; Hill et al., 2000), за якою види рослин були згруповані відповідно до їхніх екологічних індексів за такими чинниками, як освітленість, вологість, кислотність, трофність. З метою розширення та уточнення отриманих результатів було додатково застосовано уніфіковану шкалу (Didukh & Pliuta, 1994), яка враховує ширший спектр абіотичних факторів і адаптована до природно-географічних умов України.

Результати досліджень. На досліджених територіях Закупнянського кар'єру виявлено понад 100 видів судинних рослин. Видове різноманіття представлено елементами степової, лісостепової та петрофітної флори.

Аналіз індикаційної групи рослин за вологістю показав, що більшість встановлених видів відносяться до мезоксерофітів (48%) – рослин, характерних для середовищ із обмеженим або нестабільним водопостачанням, де спостерігаються періодичні дефіцити вологи, особливо в літній період (рис. 1). Це свідчить про низьку водоутримувальну здатність субстратів на більшості ділянок, ймовірно зумовлену піщано-гальковими ґрунтами або виходами щільних

порід, бідних на органічну речовину. Типові мезоксерофіти в кар'єрі: *Festuca valesiaca*, *Medicago falcata*, *Euphorbia cyparissias*, *Poa angustifolia* (табл. 1).

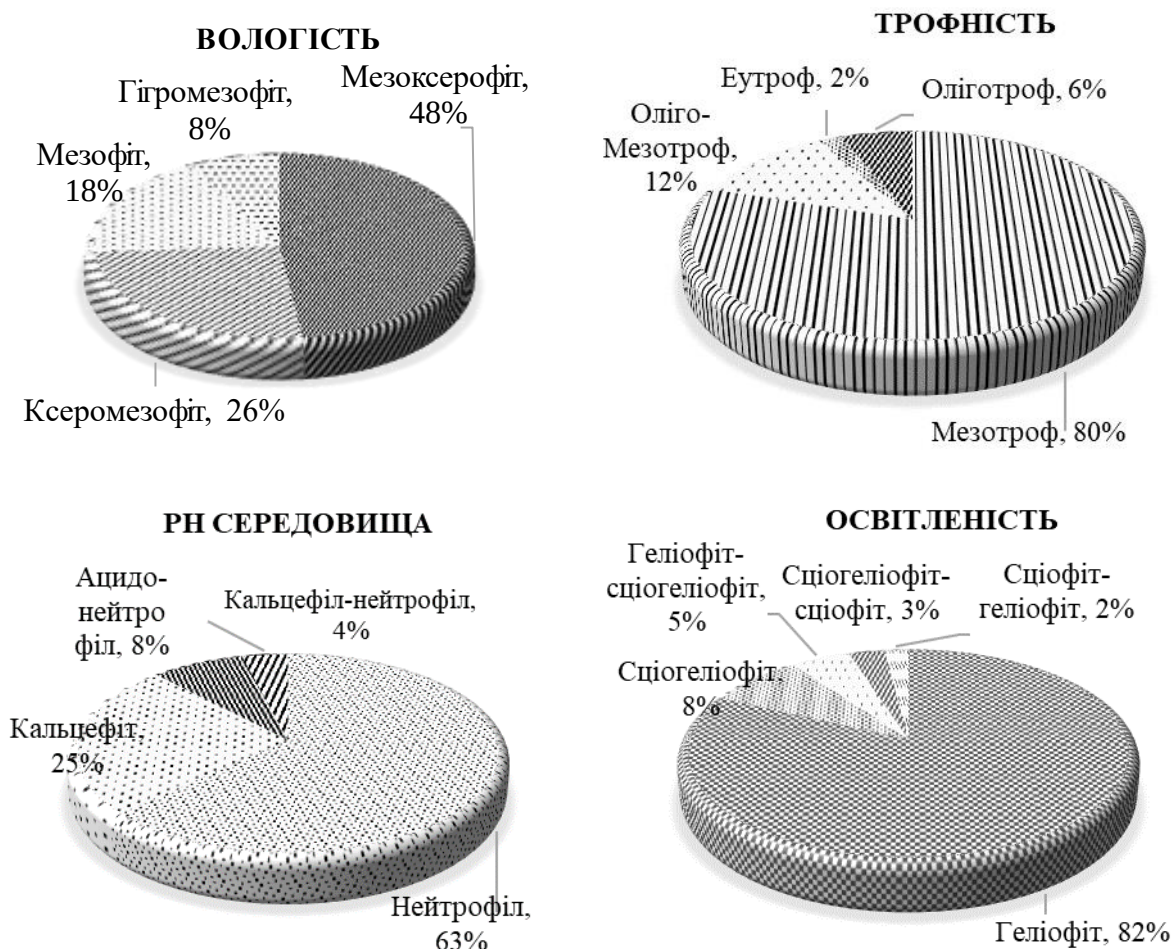


Рис. 1. Частка екологічних груп рослин Закупнянського кар'єру

У знижених мікроформах рельєфу (вимоїни, западини) іноді трапляються мезофіти, однак їх участь у фітоценозах мінімальна, що вказує на слабкий розвиток умов для стабільної вологої екотопії. Серед мезофітів, виявлених у кар'єрі, можна виділити *Geum urbanum* і *Fragaria viridis*.

За трофністю домінують мезотрофні види (*Medicago falcata*, *Securigera varia*), що свідчить про помірний рівень органічного живлення субстрату (рис. 1). Локальні ділянки з евтрофними ознаками відзначені поодинокими видами, зокрема *Urtica dioica*, що може бути пов'язано з накопиченням органічних залишків на відвалах (табл. 1).

За кислотністю ґрунтів домінують нейтрофіти (63%) та кальцефіти (25%), що відповідає природним властивостям вапнякових ґрунтів. Рослинність має чітку просторову диференціацію: ацидофільні види, такі як *Viola hirta*, зустрічаються переважно в пониженнях кар'єру, де можливе підкислення субстрату, тоді як на схилах домінують нейтрофільні та кальцефільні види (*Onobrychis arenaria*, *Anthyllis polyphylla*), що свідчить про кращу буферність ґрунтів.

Переважає більшість флори є геліофітами, частка яких складає 82%, що підтверджує відкритий характер території.

1. Аналіз екологічних груп рослин Закупнянського кар'єру

Види	Вологість	Трофічність	pH середовища	Освітленість
1	2	3	4	5
<i>Teucrium chamaedrys</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Euphorbia cyparissias</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Medicago romanica</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіл	Геліофіт
<i>Poa angustifolia</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Pimpinella saxifraga</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	Ксеромезофіт	Оліго-мезотроф	Ацидо-нейтрофіл	Геліофіт
<i>Securigera varia</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Clinopodium vulgare</i>	Мезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт-сціогеліофіт
<i>Fragaria viridis</i>	Мезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт-сціогеліофіт
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Мезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Geum urbanum</i>	Мезофіт	Еутроф	Нейтрофіл	Сціогеліофіт-сціофіт
<i>Urtica dioica</i>	Гігромезофіт	Еутроф	Нейтрофіл	Сціофіт-Геліофіт
<i>Coronilla varia</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Galium verum</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Phlomis tuberosa</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Salvia nemorosa</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Thalictrum minus</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Anemone sylvestris</i>	Мезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Сціогеліофіт
<i>Veronica chamaedrys</i>	Мезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Сціогеліофіт
<i>Vincetoxicum hirsutum</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Anthriscus ramosus</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Stachys recta</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Chamaecytisus austriacus</i>	Ксеромезофіт	Оліго-мезотроф	Ацидо-нейтрофіл	Геліофіт
<i>Bupleurum falcatum</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Campanula sibirica</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Echium vulgare</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Euphorbia seguieriana</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Falcaria vulgaris</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Festuca valesiaca</i>	Мезоксерофіт	Оліготроф	Кальцефіл-Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Hieracium umbellatum</i>	Мезоксерофіт	Оліго-мезотроф	Ацидо-нейтрофіл	Геліофіт
<i>Knautia arvensis</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Linaria genistifolia</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Lotus corniculatus</i>	Мезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Medicago falcata</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Melampyrum cristatum</i>	Мезофіт	Оліго-мезотроф	Ацидо-нейтрофіл	Сціогеліофіт
<i>Melica transsilvanica</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Onobrychis arenaria</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Кальцефіл	Геліофіт
<i>Origanum vulgare</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Peucedanum cervaria</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Salvia nutans</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Salvia pratensis</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Sedum acre</i>	Ксерофіт	Оліготроф	Ацидо-нейтрофіл	Геліофіт
<i>Seseli libanotis</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Thymus marschallianus</i>	Ксерофіт	Оліготроф	Кальцефіт	Геліофіт

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
<i>Trifolium montanum</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Veronica spicata</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Нейтрофіл	Геліофіт
<i>Viola hirta</i>	Мезофіт	Мезотроф	Ацидо-нейтрофіл	Сціогеліофіт
<i>Anthyllis polyphylla</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Asperula cynanchica</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Aster amellus</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Hypericum perforatum</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Inula ensifolia</i>	Ксеромезофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Poa compressa</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Potentilla arenaria</i>	Ксерофіт	Оліготроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Reseda lutea</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Salvia verticillata</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Thymus podolicus</i>	Ксерофіт	Оліготроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Berteroa incana</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Bothriochloa ischaemum</i>	Ксерофіт	Оліго-мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Elytrigia repens</i>	Мезофіт	Еутроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Elytrigia intermedia</i>	Мезоксерофіт	Мезотроф	Кальцефіт	Геліофіт
<i>Chamerion dodonaei</i>	Мезогірофіт	Мезотроф	Ацидо-нейтрофіл	Геліофіт

Серед виявлених видів рослин на території Закупнянського кар'єру значна частка має високу кормову цінність для сільськогосподарських тварин, зокрема: бобові (*Medicago falcata*, *Securigera varia*, *Onobrychis arenaria*, *Trifolium montanum*, *Lotus corniculatus*), злакові (*Poa angustifolia*, *Festuca valesiaca*, *Bothriochloa ischaemum*, *Elytrigia repens*), ароматичні та ефіроолійні рослини (*Thymus marschallianus*, *Origanum vulgare*, *Salvia pratensis*), на основі чого можна обґрунтувати перспективу використання таких територій для створення природних пасовищ або сінокосів.

Територія Закупнянського кар'єру також має важливу природоохоронну цінність. Тут виявлено рідкісний для Хмельниччини вид *Chamerion dodonaei*, що потребує моніторингу і охорони. Також серед виявлених кальцефітів є регіонально рідкісні або локально поширені види: *Anthyllis polyphylla*, *Thymus podolicus*, *Aster amellus*. Їхня присутність свідчить про збереження елементів автентичної флори Товтр. Тому при подальшому використанні або рекреаційній діяльності на території кар'єру необхідно встановити охоронні зони навколо ділянок з охоронними видами та вести моніторинг задля запобігання знищенню цінних популяцій.

Висновки:

1. На території Закупнянського кар'єру сформувалися флористично різноманітні угруповання, у видовому складі яких переважають мезоксерофіти та нейтрофіли, що свідчить про адаптивні можливості рослин до умов порушеного карбонатного субстрату.

2. Результати фітоіндикаційного аналізу вказують на середню трофність ґрунтів, добру освітленість і переважання ксеромезофільного режиму вологозабезпечення, що є типовими для техногенно трансформованих територій на етапі вторинної сукцесії.

3. Встановлено наявність стабільних рослинних угруповань з участю видів, які характеризуються широким екологічним діапазоном, що свідчить про процеси поступової екосистемної стабілізації в межах кар'єру.

4. Виявлено присутність регіонально рідкісних та охоронних видів, зокрема *Chamerion dodonaei*, що підкреслює необхідність впровадження природоохоронних обмежень у разі подальшого планування господарського використання території.

REFERENCES

- Denysyk, H. I. (2012). *Antropohenne landshaftoznavstvo*. Ch. I. *Hlobalne antropohenne landshaftoznavstvo* [Anthropogenic landscape studies. P. I. Global anthropogenic landscape studies]. PP "TD Vydavnytstvo Edelveis i K". [In Ukrainian].
- Denysyk, H. I., Fadeyeva, T. Yu., & Volovyk, V. M. (2019). *Antropohenizatsiia landshaftiv Podillia* [Anthropogenization of Podillia landscapes]. Tvory. [In Ukrainian].
- Didukh, Ya. P., & Pliuta, P. H. (1994). *Fitoindikatsiia* [Phytoindication]. Naukova dumka. [In Ukrainian].
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., & Paulissen, D. (1992). *Indicator values of plants in Central Europe*. Goltze.
- Havrylenko, O. P., & Shyshchenko, P. H. (2022). *Heoekologichni problemy Ukrainy* [Geoecological problems of Ukraine]. PVTP "LAT&K". [In Ukrainian].
- Hill, M. O., Mountford, J. O., Roy, D. B., & Bunce, R. G. H. (2000). Extending Ellenberg's indicator values to a new area: an algorithmic approach. *Journal of Applied Ecology*, 37(3), 335–347.
- Lyubinska, L. G., & Yuhlichek, L. S. (2017). *Flora Khmelnychchyny* [Flora of Khmelnytskyi region]. Polihrafist. [In Ukrainian].
- Novak, J., & Konvička, M. (2006). Proximity of valuable habitats affects succession patterns in abandoned quarries. *Ecological Engineering*, 26(2), 113–122.
- Prach, K., & Pyšek, P. (2001). Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from Central Europe. *Ecological Engineering*, 17(1), 55–62.
- Tichý, L., Axmanová, I., Dengler, J., et al. (2023). Ellenberg-type indicator values for European vascular plant species. *Journal of Vegetation Science*, 34(1), e13168. <https://doi.org/10.1111/jvs.13168>

Одержано редколегією 07.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.32/38.033.082:575.113

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.17>

ЗМІНИ ЧАСТОТИ АЛЕЛІВ ГЕНУ КАЛЬПАСТАТИНУ В ПОПУЛЯЦІЇ ОВЕЦЬ ПРИДНІПРОВСЬКОЇ М'ЯСНОЇ ПОРОДИ

І. А. ПОМІТУН¹, Ю. В. ЛЯШЕНКО¹, О. А. БОЙКО², Л. І. ПОМІТУН¹¹Інститут тваринництва НААН (Харків, Україна)²Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна (Харків, Україна)<https://orcid.org/0000-0002-7743-3600> – І. А. Помітун<https://orcid.org/0000-0003-2747-476X> – Ю. В. Ляшенко<https://orcid.org/0000-0003-3065-0461> – О. А. Бойко<https://orcid.org/0000-0001-5264-1898> – Л. І. Помітун

pomitun@ukr.net

В роботі відображено дослідження зміни частоти алелів гену кальпастатину (CAST), пов'язаного з м'ясною продуктивністю овець, у популяції придніпровської м'ясної породи, яка перебувала у стані панміксичного розмноження з 2020 р. ДНК-дослідження поліморфізму гену CAST овець було здійснено попередньо у 2019 р. та повторно у 2024 р. з використанням метода PCR-RFLP з ендонуклеазою рестрикції MspI.

Дослідженнями, що були виконані нами на 47 вівцях придніпровської м'ясної породи (рандомізована вибірка 2019 року), які належали фермерському господарству «Дослідне» Полтавської області ДНК-типунням було виявлено наступні частоти алелів гену CAST: M – 0,83 і N – 0,17. Розмноження овець в період 2020–2024 рр. здійснювалося панміксично без використання прямого селекційного відбору за генотипом. Частоти алелів гена CAST визначали у 30 тварин, відібраних у 2024 році шляхом випадкової вибірки. В результаті досліджень виявлено тенденцію до збільшення частоти алеля N в популяції порівняно з попереднім періодом (M–0,75; N–0,25). Встановлено статистично значущу різницю в генетичній структурі популяції овець за порівнювані періоди її оцінки (критерій $\chi^2 = 9,653$, що значно перевищує критичний рівень – 5,99 за $p = 0,008$). За п'ять років значно збільшилася частка гетерозиготних тварин MN – від 12,8% до 43,3%, а емпірично визначена структура популяції наблизилася до теоретично розрахованого стану генетичної рівноваги.

Ключові слова: алелі, ген кальпастатину, вівці, поліморфізм, придніпровська м'ясна порода, структура популяції, селекція

CHANGES IN THE FREQUENCY OF CALPASTATIN GENE ALLELES IN THE POPULATION OF PRYDNIPROVSKA MEAT BREED SHEEP

І. А. Pomitun¹, Yu. V. Lyashenko¹, O. A. Boyko², L. I. Pomitun¹¹Livestock farming institute of NAAS (Kharkiv, Ukraine)²V. N. Karazin Kharkiv National University (Kharkiv, Ukraine)

The paper reflects the study of changes in the frequency of alleles of the calpastatin (CAST) gene associated with meat productivity in sheep in the population of the Prydniprovsk meat breed, which has been in a state of panmixic reproduction since 2020. DNA research on the polymorphism of the CAST gene in sheep was conducted previously in 2019 and repeated in 2024 using the PCR-RFLP method with the MspI restriction endonuclease.

Our research was conducted on 47 Prydniprovsk meat breed sheep (randomised sample from 2019) belonging to the Doslidne farm in the Poltava region, DNA typing revealed the following frequencies of CAST gene alleles: M–0.83 and N–0.17. Sheep breeding in the period 2020–2024 was carried out panmixically without the use of direct selection by genotype. The frequencies of CAST gene alleles were determined in 30 animals selected in 2024 by random

sampling. The studies revealed a tendency towards an increase in the frequency of the N allele in the population compared to the previous period ($M=0.75$; $N=0.25$). A statistically significant difference in the genetic structure of the sheep population was established for the compared periods of its assessment (χ^2 criterion $n = 9.653$, which significantly exceeds the critical level – 5.99 at $p = 0.008$). Over five years, the proportion of heterozygous MN animals increased significantly – from 12.8% to 43.3%, and the empirically determined population structure approached the theoretically calculated state of genetic equilibrium.

Keywords: alleles, calpastatin gene, sheep, polymorphism, Prydniprovskya meat breed, population structure, selection

Вступ. Останнім часом у тваринництві широко використовуються досягнення молекулярної генетики, які дали вченим можливість ідентифікувати гени, що безпосередньо, або опосередковано пов'язані з продуктивністю (Miles & Wayne, 2008; Tobar et al., 2020). Одним із найбільш відомих генів, пов'язаних із м'ясною продуктивністю сільськогосподарських тварин, є ген кальпастану CAST (Jakaria, 2020; Rodriguez et al., 2022; Haren et al., 2022). Кальпастан – є специфічним ендегенним інгібітором калпаїну. Відомо, що калпаїни беруть участь у посмертному руйнуванні білків м'язів і в синтезі міобластів у живій клітині (Goll et al., 1998; Wendt et al., 2004). У зв'язку з цим поліморфізм гена CAST, може позначатися як на деяких якісних характеристиках м'яса, так і на кількісних показниках м'ясної продуктивності тварин.

В Україні створюються нові породи овець, включаючи і спеціалізованого м'ясного напрямку продуктивності. Однак, їх спрямованої селекції з урахуванням можливостей застосування методів молекулярної генетики до цього часу не застосовувалося, що мотивувало авторів до проведення цих досліджень.

Дослідженнями різних джерел наукової інформації, нами було встановлено, що ген CAST (GeneID: 443364) у овець локалізовано на 5 хромосомі, і він складається з 29 екзонів та має розмір понад 89 тис. 553 п. н. Поліморфізм гена локалізовано у першому інтроні, і його можна визначити методом ПЛР-ПДРФ (полімеразно-ланцюгова реакція – поліморфізм довжин рестрикційних фрагментів), використовуючи ендонуклеазу MspI. При цьому виявляють 2 алелі цього гена: M і N (Palmer, 1998).

Згідно з даними Gorlov et al. (2016), Othman et al. (2016); Khederzadeh et al. (2016), виявлено перевищення частоти прояву у більшості вивчених порід овець алеля M над N. При цьому на різних породах показано, що гетерозиготи MN характеризувалися більш високим середньодобовим приростом маси молодняку від народження до 2 місяців (Gorlov et al., 2016), до 4 і 8 місяців (Khan et al., 2012), а також за показником середньодобового приросту і живої маси у віці 70 днів і показниками якості м'яса (Jawasreh et al., 2017). Наші попередні дослідження також засвідчують переваги молодняку придніпровської м'ясної породи з генотипом MN за інтенсивністю росту у віці від його народження до 120 діб над гомозиготними за алелем M ровесниками (Pomitun et al., 2019).

Разом з цим, також відомо, що високий рівень експресії гена CAST впливає на зниження показника "ніжності" м'яса ягнят (Bagatoli et al., 2013).

Все вищевказане свідчить про те, що вивчення гену CAST у зв'язку з м'ясними якостями овець є актуальним напрямком досліджень. Водночас у порід овець, створених в Україні, поліморфізм цього гена не вивчався, тому в 2019 році нами було розпочато дослідження на новоствореній придніпровській м'ясній породі, в результаті яких було виявлено поліморфізм гена CAST з частотами алелей M і N 0,83 і 0,17, відповідно. Також була показана тенденція до збільшення живої маси ягнят віком 4 місяці у носіїв алеля N, що свідчило про перспективність подальшої роботи зі збільшення чисельності овець-носіїв цього алеля в популяцію овець (Pomitun et al., 2019).

З урахуванням цього, попередньо тестована вказана популяція придніпровської м'ясної породи овець, стала вихідною для подальшого панміктичного розведення тварин, в генотипі яких було виявлено алель N (MN і NN) та тварин з мономорфним станом за алелем M.

Мета і методи досліджень. Цей етап роботи мав на меті дослідження динаміки популяції овець придніпровської м'ясної породи за геном *CAST* внаслідок панміктичного розмноження у продовж 2020–2024 рр. та розробка подальшої селекційної стратегії покращення м'ясних характеристик овець з урахуванням можливості збільшення чисельності овець носіїв алеля N вказаного гена.

Дослідження 2024 року проведено на 30 вівцях придніпровської м'ясної породи. Вказану вибірку було одержано шляхом добору кожної другої тварини зі списку, сформованого в порядку збільшення їх інвентарних номерів у популяції, що належить ФГ "Дослідне" Полтавської обл. Цю породу створено вченими Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук України шляхом схрещування овець дніпровського внутрішньопородного типу асканійської м'ясо-вовнової породи (материнська форма) з породами олібс і меріноландшаф (батьківські форми) (Pomitu et al., 2016).

ДНК отримано із крові. Аналіз поліморфізму генів *CAST* здійснено методом ПЛР-ПДРФ. Локус-специфічну ампліфікацію фрагментів генів *CAST* проводили в автоматичному режимі на термоциклері AMPLY-4, використовуючи такі праймери: F: 5'-TGGGGCCCAATGACGACGCCATCGATG-3', R: 5'-GGGTGGAGCAGCACTTCTGATGATCACC-3'

Температурний режим проведення ПЛР для ампліфікації фрагментів генів: денатурація ДНК за 94°C – 5 хв, далі 35 циклів за схемою: денатурація ДНК за 94°C – 30 с, відпал праймерів за 63°C – 30 с, синтез ДНК за 72°C – 1 хв (в останньому циклі впродовж 10 хв).

Для проведення ампліфікації використовували ліофілізований готовий набір згідно з рекомендаціями виробника.

Рестрикцію отриманих ампліконів проводили в реакційній суміші з рестриктазою *MspI*, згідно з рекомендаціями виробника. Результати розщеплення продуктів ПЛР рестриктазами оцінювали електрофоретичним методом у 3% агарозному гелі, забарвленому бромистим етидієм за допомогою транслюмінатора в УФ світлі.

Достовірність різниці між вихідною та сучасною популяцією овець, а також між емпіричними та теоретично розрахованими (за законом Харді-Вайнберга) показниками оцінювали за використання критерію χ^2 .

Результати досліджень. Після рестрикції ампліконів (622 п. н.) ендонуклеазою *MspI*, що були проведені в лабораторії генетичного контролю Інституту тваринництва НААН, дослідженнями електрофореграм продуктів рестрикції фрагментів гена *CAST* (рис. 1) було виявлено 2 алелі M (336, 286 п. н.) та N (622 п. н.) і 3 генотипи овець: MM, MN та NN.

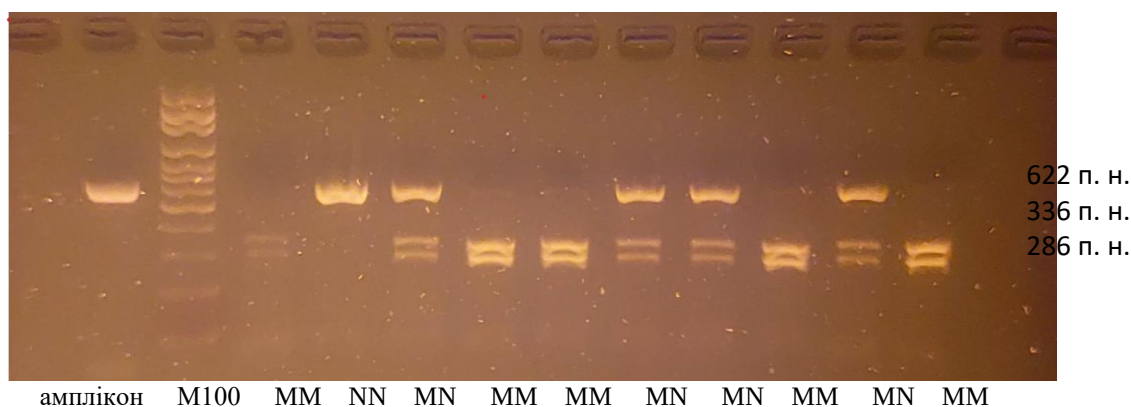


Рис. 1. Електрофореграма продуктів рестрикції фрагмента гена *CAST* у придніпровської м'ясної породи овець (2024 рік)

Примітка: амплікон – 622 п. н., генотип MM – 336, 286 п. н., MN – 622, 336, 286 п. н., NN – 622 п. н., маркер молекулярних мас M100

Аналізом встановлено, що популяція овець придніпровської м'ясної породи, за період оцінки зазнала істотних змін. Якщо в 2019 році частота генотипів складала відповідно: ММ – 0,77, MN – 0,13 і NN – 0,11 (Pomitu et al., 2019), то за оцінкою 2024 року, частка особин з генотипом ММ знизилася на 24 відсоткових пункти, за відносної їх чисельності у загальній структурі поголів'я 53%. Відбулося також істотне, майже в 3 рази, зниження у стаді частки гомозиготних за алелем N особин (табл. 1).

На тлі вказаного зниження звертає увагу збільшення частки гетерозиготних за алелями M і N гена CAST особин. Їх показник збільшився за період розвитку популяції більш ніж в тричі, та перевищив 43%.

1. Фактичні зміни частот генотипів за геном CAST у популяції овець

Генотип	2019 рік		2024 рік	
	кількість овець	частота генотипів	кількість овець	частота генотипів
ММ	36	0,766	16	0,533
MN	6	0,128	13	0,434
NN	5	0,106	1	0,033
Всього	47	1,000	30	1,000

З метою оцінки стану генетичної рівноваги в популяції було розраховано її структуру за частотою генотипів згідно з законом Харді – Вайнберга. Порівнюючи емпірично встановлені та теоретично визначені показники вихідної та сучасної популяції овець, виявлено також істотні зміни в її структурі (табл. 2).

2. Теоретично визначені зміни частот генотипів за геном CAST у популяції овець

Генотип	2019 рік		2024 рік	
	кількість овець	частота генотипів	кількість овець	частота генотипів
ММ	32,36	0,689	16,88	0,563
MN	13,28	0,282	11,25	0,375
NN	1,36	0,029	1,88	0,062
Всього	47	1,000	30	1,000

Перш за все звертає на себе увагу те, що вихідна популяція характеризувалася значними відмінностями між фактично встановленою структурою за частотою генотипів, порівняно з теоретично визначеними показниками. Тобто, вона за оцінки у 2019 році, не перебувала у стані генетичної рівноваги та характеризувалася значним перевищенням у її структурі кількості гомозигот (ММ та NN) за зниженої кількості гетерозиготних генотипів. Розраховане значення (табл. 3) критерія χ^2 становило 14,118, що істотно перевищувало критичний рівень та було вірогідним ($p < 0,001$).

3. Результати порівняння емпіричних та теоретичних оцінок популяції у різні роки з застосуванням критерія χ^2

Рік	Генотип	Фактично встановлена чисельність, гол.	Теоретично визначена чисельність, гол.	χ^2
2019	ММ	36	32,36	0,409
	MN	6	13,28	3,988
	NN	5	1,36	9,721
	Всього	47	47	14,118
2024	ММ	16	16,88	0,045
	MN	13	11,25	0,272
	NN	1	1,88	0,408
	Всього	30	30	0,726

Дослідженнями ж 2024 року нами не було виявлено істотних розбіжностей між фактично встановленим та теоретично визначеним розподілом генотипів у популяції. Тобто вона набула стану генетичної рівноваги. При цьому значення показника χ^2 склало 0,725 і за критичного рівня 3,83 вказувало на відсутність вірогідної різниці ($p > 0,05$).

Отже, можна стверджувати, що в процесі п'ятирічного розвитку, популяція набула врівноваженого стану. Якщо в попередній період її оцінки у структурі превалювали тварини з гомозиготним генотипом за алелем М, то за вказаний період значно, від 12,8% до 43,3%, збільшилася частка гетерозиготних тварин (генотипу MN). Зазначені генетичні зміни виявилися статистично значимими. Показник χ^2 склав 9,653 за критичного рівня 5,99 ($p = 0,008$).

Фактором невірноваженості вихідної популяції ймовірно виступила наявність у ній незначної кількості тварин-носіїв алелю N, який на етапі виведення породи слід розглядати як міграцію генів від однієї з трьох використаних при її створенні порід. За панміксичного ж наступного ізольованого розведення частка таких тварин у структурі стада збільшувалася, що є наслідком прояву дрейфу генів. На ймовірності якого за відсутності відбору за алелями гену CAST наголошує також в своїй науковій роботі Lachance (2016). Це й визначило вищезазначені статистично значимі зміни та забезпечило генетичну рівновагу в популяції.

Розрахунками частот виявлених алелів в підконтрольній популяції в 2024 році виявлено наступний їх розподіл: 0,75 (М) та – 0,25 (N). Порівняно з 2019 роком аналогічні показники частоти алеля М були вищими, та складала 0,83, а алеля – нижчими (N – 0,17). Отже, виявлено помітну різницю щодо збільшення концентрації алеля N гена CAST.

Однак, для подальшого збільшення частоти прояву бажаного алеля N у популяції овець потрібно проводити індивідуальні підбори пар з урахуванням того, чи є дана тварина носієм потрібного алеля за геном CAST. При цьому при схрещуванні гетерозиготних особин (MN) між собою в наступному поколінні буде очікуватись розподіл генотипів з вірогідністю 1 MM:2 MN: 1 NN, згідно з законом Менделя (Miko, 2008) тобто у 75% потомства буде проявлятися потрібний алель. При використанні у підборах тварин з генотипами MM в MN, буде очікуватись 50% тварин з генотипом, який несе потрібний алель (MN), а 50% будуть мати генотип MM. На жаль, використання схрещування з генотипом NN за якого можливий максимальний результат щодо прояву алеля N у можливих потомків, обмежено виявленням у 2024 році лише однієї вівцематки з цим генотипом.

Висновки і пропозиції. 1. Виявлено, що сучасна популяція овець придніпровської м'ясної породи, на відміну від її попередньої оцінки, знаходиться у врівноваженому стані за геном CAST. При цьому у процесі ізольованого розведення, фактори її динаміки діяли проти генотипу MM, що обумовлено дрейфом генів.

2. Встановлено, що за панміксичного розведення упродовж одного генераційного інтервалу, відбулося збільшення частки тварин-носіїв алеля N на тлі зменшення частки алеля М у популяції овець. При цьому частота прояву алеля М знизилась проти показника вихідної популяції з 0,83 до 0,75, а алеля N відповідно зросла до 0,25, проти 0,17.

3. ДНК типування за геном CAST овець разом з використанням індивідуальних підборів батьківських пар гетерозиготних за цим геном (MN x MN), а також застосуванням індивідуальних підборів гомозиготних особин MM з носіями алеля N може підвищити до 75% у цій популяції частку потомства, що несе алель N.

Подяки. Дякуємо власникові стада овець В. М. Мокляку за допомогу в організації відбору біоматеріалу (крові овець), який був використаний нами у дослідженнях.

Автори статті заявляють про відсутність конфлікту інтересів стосовно змісту цієї статті.

REFERENCES

- Bagatoli, A., Gasparino, E., Soares, M. A., Amaral, R. M., Macedo, F. A., Voltolini, D. M., & Del Vesco, A. P. (2013). Expression of calpastatin and myostatin genes associated with lamb meat quality. *Genet Mol Res.*, 12 (4), 6168–6175. <https://doi.org/10.4238/2013.December.4.3>.
- Goll, D. E., Thompson, V. F., Taylor, R. G., & Ouali, A. (1998). The calpain system and skeletal muscle growth. *Can. J. Anim. Sci.*, 78, 503–512. www.nrcresearchpress.com by 82.207.121.96 on 01/31/17

- Gorlov, I. F., Shirokova, N. V., & Randelin, A. V. (2016). CAST/MspI gene polymorphism and its impact on growth traits of Soviet Merino and Salsk sheep breeds in the South European part of Russia. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 40, 399–405. <https://doi.org/10.3906/vet-1507-101>.
- Haren, H. I. H., Purwantini, D., Sumaryadi, M. Y., Setyaningrum, A., Susanto, A., & Pangestu, M. (2022). Genetic Variation in the Calpastatin Gene and its Association with Growth Traits in Batur Sheep. *3rd International Conference on Advance & Scientific Innovation*, 420–431. <https://doi.org/10.18502/cls.v0i0.11827>
- Jakaria, Ulum, M. F., Lestari, D., Akwila, S., Sihite, D. E., Priyanto, R., Muladno, Sumantri, C. (2020). Investigating new SNPs of CAST, CAPN and SCD genes in 5'UTR of Bali cattle. *Biodiversitas*, 21 (7), 2971–2976. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210713>
- Jawasreh, K. I., Jadallah, R., Al-Amareen, A. H., Abdullah, A. Y., Al-Qaisi, A., Al-rawashdeh, I. M., Al-Zghoul, M. B. F., Ahamed, M. K. A., & Obeidat, B. (2017). Association between MspIcalpastatin gene polymorphisms, growth performance, and meat characteristics of Awassi sheep. *Journal of Animal Sciences*, 87 (5), 635–639.
- Khan, S., Riaz, M. N., Ghaffar, A., & Khan, M. F. U. (2012) Calpastatin (CAST) gene polymorphism and its association with average daily weight gain in Balkini and Kajli sheep and Beetal goat breeds. *Pakistan J. Zool*, 44 (2), 337–382.
- Khederzadeh, S., Iranmanesh, M., & Motamedi-Mojdehi, R. (2016). Genetic diversity of myostatin and calpastatin genes in Zandi sheep. *Journal of Livestock Science and Technologies*, 4 (1), 45–52. <http://lst.uk.ac.ir>
- Lachance, J. (2016). Hardy–Weinberg Equilibrium and Random Mating. *Encyclopedia of Evolutionary Biology*, 208–211. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800049-6.00022-6>
- Miko, I. (2008). Gregor Mendel and the principles of inheritance. *Nature Education*, 1(1), 134.
- Miles, C., Wayne, M. (2008). Quantitative trait locus (QTL) analysis. *Nature Education*, 1 (1), 208.
- Othman, O. E., Darwish, H. R., Abou-Eisha, A., El-Din, A. E. (2016) Investigation of calpastatin genetic polymorphism in Egyptian sheep and goat breeds. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 13 (4), 1879–1883. <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2343>
- Palmer, B. R., Roberts, N., Hickford, J. G., & Bickerstaffe, R. (1998). Rapid communication: PCR-RFLP for MspI and NcoI in the ovine calpastatin gene. *J Anim Sci.*, 76, 1499–1500. <https://doi.org/10.2527/1998.7651499x>
- Plokhinsky, N. A. (1970). *Biometrics*. 2nd edition. Moscow University. [in Russian]
- Pomitun, I. A., Kosova, A., Zolotareva, S. A., & Pan'kiv, L. P. (2016). Metodicheskiye podkhody k otsenke ovets miasnoho napravleniya produktyvnosti [Methodical approaches to the assessment of sheep meat productivity] *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi – Animal science Belarus*, 51 (1), 147–154. <http://repository.vsau.org/getfile.php/17133.pdf>
- Pomitun, I. A., Rossokha, V. I., Boyko, Ye. A., Guzevatyi, O. E., Shpilka, M. V., & Kulibaba, R. O. (2019). Analysis of calpastatin and calpypge genes polymorphism in Prydniprovskaya meat sheep. *Agricultural Science and Practice*, 6 (2), 58–65. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.058>
- Rodriguez, V. R., Maffioly, J. I., Zdanovicz, L. A., Fabre, R. M., Barrandeguy, M. E., García, M. V., & Lagadari, M. (2022). Genetic diversity of meat quality related genes in Argentinean pigs. *Veterinary and Animal Science*, 15, 100237. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2022.100237>
- Tobar, C., Melissa, K., Alvarez, L., Alvarez Franco, D. C., Ángela, L. (2020). Genome-wide association studies in sheep from Latin America. Review. *Rev. Mex. Cienc. Pecu*, 11 (3), 859–883. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5372>
- Wendt, A., Thompson, V. F., Goll, D. E. (2004). Interaction of calpastatin with calpain: a review. *Biological Chemistry*, 385 (6), 465–472. <https://doi.org/10.1515/BC.2004>

Одержано редколегією 10.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.2.034.06.082.2

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.18>**ГЕНЕТИЧНА ДЕТЕРМІНАЦІЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ РЕМОНТНИХ ТЕЛИЦЬ****С. В. ПРИЙМА, Ю. П. ПОЛУПАН, Ю. Ф. МЕЛЬНИК, Н. Л. ПОЛУПАН***Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)**<https://orcid.org/0000-0001-9902-4325> – С. В. Прийма**<https://orcid.org/0000-0001-7609-2739> – Ю. П. Полупан**<https://orcid.org/0000-0003-4956-1346> – Ю. Ф. Мельник**<https://orcid.org/0009-0006-1241-5723> – Н. Л. Полупан**yupolupan@ukr.net*

На 1262 телицях української червоної молочної (771 голова), української чорно-рябої молочної (169) і голштинської (322) порід досліджено вплив генетичних чинників на інтенсивність росту ремонтних телиць у племінному стаді ТОВ “Агрофірма “Світанок”” Мар’їнського району Донецької області. Оцінювали динаміку живої маси та середньодобових приростів тварин від народження до 18-місячного віку. Встановлено, що походження за батьком істотно впливає на ріст потомства, особливо в період до року. Найвищі показники живої маси та приростів спостерігались у дочок бугаїв голштинської породи В. Л. Сноу та Канді Ред, з перевагою над ровесницями до 18% ($P < 0,001$). Однофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що походження за батьком зумовлює 7,6–25,6% загальної фенотипової мінливості живої маси та 2,7–18,2% – її середньодобових приростів. Порівнюваний вплив мали лінійна належність та умовна кровність за голштинською породою, які найбільш тісно корелювали з досліджуваними ознаками в період 6–12 місяців. Встановлено низький і недостовірний кореляційний зв’язок між племінною цінністю батьків та інтенсивністю росту телиць. Отримані результати підтверджують доцільність врахування генетичних чинників при вирощуванні ремонтного молодняку молочної худоби.

Ключові слова: телиці, бугаї-плідники, племінна цінність, жива маса, середньодобовий приріст, співвідносна мінливість, сила впливу, лінія, умовна кровність

GENETIC DETERMINATION OF GROWTH INTENSITY IN REPLACEMENT HEIFERS**S. V. Pryima, Yu. P. Polupan, Yu. F. Melnyk, N. L. Polupan***¹Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)*

The influence of genetic factors on the growth intensity of replacement heifers was studied in 1,262 animals of the Ukrainian Red Dairy (771 head), Ukrainian Black-and-White Dairy (169), and Holstein (322) breeds in the breeding herd of Agrofirma LLC “Svitanok” in the Maryinskyi district of Donetsk region. The dynamics of body weight and average daily gains of the animals were assessed from birth to 18 months of age. It was established that paternal origin significantly affects offspring growth, especially in the period up to one year of age. The highest body weight and growth rates were observed in daughters of Holstein bulls V. L. Snow and Candy Red, showing an advantage of up to 18% over their peers ($P < 0.001$). One-way analysis of variance revealed that paternal origin accounted for 7.6–25.6% of the total phenotypic variability in body weight and 2.7–18.2% in average daily gains. Comparable influence was found for linear affiliation and conditional Holstein blood percentage, which correlated most closely with the studied traits during the 6–12-month period. A low and statistically insignificant correlation was found between the breeding value of sires and the growth intensity of heifers. The obtained results confirm the advisability of considering genetic factors in the rearing of replacement dairy young stock.

Keywords: heifers, breeding bulls, breeding value, body weight, average daily gain, relative variability, effect strength, line, conditional blood percentage

У сучасних умовах індустріального тваринництва питання підвищення ефективності молочного скотарства тісно пов'язане з удосконаленням системи вирощування ремонтного молодняку, зокрема телиць, які формують майбутній продуктивний склад стада. Встановлено, що інтенсивність росту телиць безпосередньо впливає на вік досягнення фізіологічної та господарської зрілості, майбутню молочну продуктивність, тривалість господарського використання та загальну економічну ефективність галузі (Admin, 2020; Dymchuk et al., 2022).

Важливим напрямом сучасної зоотехнічної науки є вивчення генетичних детермінант інтенсивності росту телиць. Результати численних досліджень підтверджують, що ріст тварин у постембріональний період визначається не лише умовами годівлі та утримання, але й значною мірою обумовлений генотипом, зокрема породою, лінійною належністю, походженням за батьком, часткою спадковості поліпшувальних порід, а також типом підбору батьківських пар (Petryshyn et al., 2024; Stadnytska, 2021; Voitenko et al., 2024; Khmelnychy & Vecherka, 2018; Kohut & Fedak, 2016; Vysochanskyi, 2015).

У контексті селекційно-племінної роботи особливої уваги заслуговує лінійне розведення як один із методів фіксації бажаних господарськи корисних ознак (Ferents et al., 2005; Havrylenko & Kunovska, 2005). Зокрема, Dymchuk et al. (2022) та Dymchuk & Liubynskyi (2015) встановили, що телиці українських червоно-рябої та чорно-рябої молочних порід, отримані від плідників ліній Маршала, Сайтейшна і Елевейшна, вирізнялись вищими живою масою та її середньодобовими приростами у всіх вікових періодах, що вказує на високу комбінаційну здатність цих генеалогічних формувань. А Petryshyn et al. (2024) виявили, що міжлінійне поєднання Старбак × Чіф характеризується найінтенсивнішим середньодобовим приростом телиць української чорно-рябої молочної породи впродовж перших 15 місяців життя.

Іншим перспективним напрямом є використання міжлінійного та міжпородного схрещування (Sørensen et al., 2008; Bonekamp et al., 2025; Braga et al., 2025). Так, згідно з дослідженнями Admin et al. (2020), проведеними в умовах господарств Харківської області, телиці, отримані в результаті кросбридингу української червоно-рябої породи з бугаями монбельярської породи, мали достовірно більшу живу масу та прирости порівняно з ровесницями від голштинських плідників. Сила впливу породи батька сягала 13% у 15-місячному віці, що є підтвердженням вагомого впливу генетичних чинників у ріст молодняку.

На інтенсивність росту також істотно впливає частка спадковості голштинської породи (Polupan & Pryima, 2023). За даними Vdovychenko et al. (2018) і Khmelnychy & Vecherka (2018) телиці з кровністю 75–99,9% за голштинською породою переважали за живою масою і приростами ровесниць з меншою кровністю. Це вказує на доцільність подальшого використання плідників поліпшувальної голштинської породи з урахуванням оптимального рівня інтрогресії ознак.

Отже, зростаючий обсяг емпіричних даних свідчить про те, що інтенсивність росту ремонтних телиць зумовлена комплексом генетичних чинників, серед яких особливу роль відіграють порода, лінія, походження за батьком і частка спадковості поліпшувальних порід. Урахування цих факторів є ключовим у формуванні високопродуктивного поголів'я, що відповідає вимогам сучасного молочного тваринництва. Тому *метою наших досліджень* було визначити вплив генетичного чинника (бугай, лінія чи споріднена група, племінна цінність батьків, умовна кровність) на інтенсивність росту телиць молочних порід в умовах племінного господарства.

Матеріали та методика досліджень. Динаміку живої маси, середньодобових приростів впродовж першого року постембріонального росту досліджували на 1262 телицях у стаді племінного заводу ТОВ “Агрофірма “Світанок”” Мар’їнського району Донецької області (Pryima, 2025). За порідною належністю 771 телиць віднесено (УЧМ), 169 – до української чорно-рябої молочної (УЧРМ) і 322 – до голштинської (Г). Для аналізу використано електронну інформаційну базу СУМС ОРСЕК станом на листопад 2021 року. На момент проведення дослідження у стаді ТОВ “Агрофірма “Світанок”” було використано 27 бугаїв які належали до 10 генеалогічних формувань. Для порівняльного аналізу наведено інформацію про 11 плідників з більшим числом дочок та 4 лініях чи споріднених групах, з яких у стаді вико-

ристовували не менше трьох бугаїв. Живу масу телиць оцінювали за її величиною у новонароджених телиць та у віковій динаміці на “ювілейну” дату обчисленням методом лінійної інтерполяції з тримісячним інтервалом до 18-місячного віку. Цим само методом визначали середньодобові прирости маси ремонтних телиць за вікові періоди 0–3, 3–6, 6–9, 9–12, 12–15, 15–18, 0–6, 6–12, 12–18 і 0–12 місяців. Інтенсивність формування (спадання відносної швидкості росту) оцінювали за методикою Ю. К. Свечина (Svechin, 1985):

$$\Delta K = \left[\frac{(W_t - W_0) \times 2}{(W_t + W_0)} - \frac{(W_{t_1} - W_{0_1}) \times 2}{(W_{t_1} + W_{0_1})} \right] \times 100$$

де ΔK – індекс (%) спадання відносної швидкості росту, W_0 – жива маса тварини (кг) на початку першого періоду, W_t – жива маса у кінці першого періоду, W_{0_1} – жива маса на початку другого періоду, W_{t_1} – жива маса у кінці другого періоду.

Вікову динаміку живої маси та її приростів телиць напівсисбів за батьком та різних ліній і споріднених груп оцінювали як порівнянням групових середніх, так і однофакторним дисперсійним аналізом. Обчислення здійснювали методами математичної статистики і біометрії (Osadcha & Shanaieva–Tsymbal, 2022) засобами програмного пакета «STATISTICA-12,0» на ПК (Fetisov, 2018). Достовірність результатів порівнювали з трьома стандартними рівнями статистичної значущості з їх позначенням ¹ – $P < 0,05$, ² – $P < 0,01$ і ³ – $P < 0,001$.

Результати досліджень. На основі результатів вирощування ремонтних телиць у племінному господарстві встановлено, що їх жива маса та середньодобові прирости в різні вікові періоди залежать від походження за батьком (Pryima, 2025). З одинадцяти оцінених у стадії за ростом дочок бугаїв три плідника (Драгомір Ред DE 113021400, Сургуч UA 6500134711 і Цвіток UA435) віднесено до української червоної молочної породи, вісім бугаїв (Ширлі NL 447860719, Бессон NL 393035302, Бестус DE 348313870, Канді Ред NL 444990835, В. Л. Сноу CA 11294722, Альтадегрі US 64633889, С. Альтарік CA 9605778 і Сарукко DE 350995813) – до голштинської. Новонароджені телички напівсестри за батьком не мали суттєвої міжгрупової різниці за живою масою (табл. 1). Лише дочки бугая В. Л. Сноу CA 11294722 на 1,9–4,3 кг були важчі за тварин інших груп. Вищими показниками живої маси у тримісячному віці характеризувались дочки бугаїв Канді Ред NL 444990835, В. Л. Сноу CA 11294722, Сарукко DE 350995813 і Цвітка UA 435. В наступний (піврічний) період першість за вагою продовжувала спостерігатись у дочок зазначених плідників та напівсестер від Альтадегрі US 64633889 і С. Альтаріка CA 9605778. Достовірна перевага відповідно на $47,6 \pm 5,78$ кг або на 17,3% ($P < 0,001$) та $57,8 \pm 5,30$ кг або на 15,6% ($P < 0,001$) потомства В. Л. Сноу CA 11294722 над дочками Бестуса DE348313870 відмічена у дев'ятимісячному та річному віці. У цьому віці високими показниками живої маси відзначались також дочки Канді Ред NL 444990835 і Альтадегрі US 64633889. У віці 15 та 18 місяців вищою живою масою відзначаються дочки Канді Ред NL 444990835 з перевагою над дочками Драгоміра Ред DE 113021400 відповідно на $47,3 \pm 5,50$ кг або на 11% ($P < 0,001$) і $59,5 \pm 7,27$ кг або на 11,7% ($P < 0,001$). Останні мають найнижчі показники живої маси за означені періоди.

Загалом дочки усіх бугаїв досліджуваного господарства характеризуються високими показниками живої маси під час усього досліджуваного періоду вирощування, що свідчить про вдалий підбір бугаїв, що сприяв реалізації їхнього генетичного потенціалу за ростом дочок. Аналогічно живій масі теличок досліджуваних груп напівсестер за батьком, найвищі середньодобові прирости продовж першого року постембріонального розвитку мали дочки голштинського плідника В. Л. Сноу CA 11294722. Також високою інтенсивністю росту до 12 місячного віку відзначались дочки Канді Ред NL 444990835, Альтадегрі US 64633889, С. Альтаріка CA 9605778, Сарукко DE 350995813 і Цвітка UA 435. Їхні середньодобові прирости в період інтенсивного статевого дозрівання (9–12 місяців) були вище 1000 г, а перевага дочок Канді Ред NL 444990835 над дочками Драгоміра Ред DE 113021400 становила $201 \pm 32,4$ г або 18,0% ($P < 0,001$).

1. Динаміка живої маси та її приростів телиць напівсибсів за батьком ($\bar{x} \pm S.E.$)

Ознака, показник		Група напівсестер за батьком:										
		Драгомір Ред DE 113021400	Сургуч UA 6500134711	Цвіток UA 435	Ширлі NL 447860719	Бессон NL 393035302	Бестус DE 348313870	Канді NL 444990835	В. Л. Сноу CA 11294722	Альтадегрі US 64633889	С. Альтарік CA 9605778	Сарукко DE 350995813
Ураховано тварин		153	202	155	67	85	56	42	42	76	53	48
Жива маса (кг) у віці (місяців):	новонароджені	37,0 $\pm$ 0,27	36,2 $\pm$ 0,29	37,6 $\pm$ 0,32	37,4 $\pm$ 0,36	37,4 $\pm$ 0,42	37,7 $\pm$ 0,45	37,9 $\pm$ 0,43	40,5 $\pm$ 0,61	37,1 $\pm$ 0,42	38,4 $\pm$ 0,65	38,6 $\pm$ 0,60
	3	89,7 $\pm$ 1,08	91,5 $\pm$ 0,79	97,9 $\pm$ 0,94	91,5 $\pm$ 1,54	89,5 $\pm$ 1,48	89,1 $\pm$ 1,48	100,0 $\pm$ 1,75	108,8 $\pm$ 1,31	94,7 $\pm$ 1,24	97,6 $\pm$ 1,49	99,7 $\pm$ 1,56
	6	158,5 $\pm$ 1,92	162,6 $\pm$ 1,34	165,3 $\pm$ 1,64	161,1 $\pm$ 2,61	159,3 $\pm$ 2,33	155,2 $\pm$ 2,70	168,3 $\pm$ 2,28	184,3 $\pm$ 3,23	164,1 $\pm$ 2,27	165,4 $\pm$ 3,26	173,3 $\pm$ 2,51
	9	232,2 $\pm$ 2,65	237,9 $\pm$ 2,00	241,5 $\pm$ 2,24	238,7 $\pm$ 3,82	230,3 $\pm$ 3,23	228,3 $\pm$ 3,24	254,0 $\pm$ 3,98	275,9 $\pm$ 4,79	253,6 $\pm$ 3,33	246,9 $\pm$ 4,47	251,2 $\pm$ 3,83
	12	315,7 $\pm$ 2,97	322,2 $\pm$ 2,29	332,9 $\pm$ 2,42	328,9 $\pm$ 4,09	320,0 $\pm$ 3,84	313,6 $\pm$ 3,66	356,0 $\pm$ 4,26	371,4 $\pm$ 3,83	355,2 $\pm$ 3,39	341,3 $\pm$ 5,61	349,3 $\pm$ 3,40
	15	387,3 $\pm$ 2,85	397,2 $\pm$ 2,36	405,5 $\pm$ 2,24	407,8 $\pm$ 3,98	397,9 $\pm$ 3,71	393,0 $\pm$ 3,14	434,6 $\pm$ 4,71	433,1 $\pm$ 3,97	429,3 $\pm$ 3,44	417,9 $\pm$ 5,34	426,8 $\pm$ 4,16
	18	447,7 $\pm$ 2,75	458,9 $\pm$ 2,52	468,8 $\pm$ 2,91	468,1 $\pm$ 5,42	463,2 $\pm$ 4,38	456,6 $\pm$ 3,51	507,2 $\pm$ 6,73	495,2 $\pm$ 5,53	491,5 $\pm$ 4,25	479,4 $\pm$ 7,34	493,6 $\pm$ 6,01
Середньодобовий приріст живої маси (г) у віці (місяців):	0–3	577 $\pm$ 11,2	611 $\pm$ 7,86	661 $\pm$ 8,6	592 $\pm$ 16,5	571 $\pm$ 16,0	563 $\pm$ 15,7	680 $\pm$ 19,8	748 $\pm$ 14,6	631 $\pm$ 13,7	648 $\pm$ 15,1	670 $\pm$ 15,5
	3–6	754 $\pm$ 14,7	774 $\pm$ 11,0	738 $\pm$ 13,0	763 $\pm$ 19,7	764 $\pm$ 19,2	725 $\pm$ 23,7	748 $\pm$ 13,2	827 $\pm$ 30,3	761 $\pm$ 19,2	743 $\pm$ 27,1	806 $\pm$ 19,5
	6–9	807 $\pm$ 18,9	826 $\pm$ 14,7	835 $\pm$ 16,4	851 $\pm$ 21,1	778 $\pm$ 27,1	802 $\pm$ 29,7	939 $\pm$ 33,8	1004 $\pm$ 28,3	980 $\pm$ 21,1	893 $\pm$ 29,2	854 $\pm$ 29,9
	9–12	917 $\pm$ 19,0	923 $\pm$ 16,3	1002 $\pm$ 12,5	988 $\pm$ 24,8	983 $\pm$ 27,6	925 $\pm$ 30,0	1118 $\pm$ 26,3	1046 $\pm$ 26,7	1113 $\pm$ 23,1	1034 $\pm$ 27,4	1075 $\pm$ 24,2
	12–15	787 $\pm$ 17,2	826 $\pm$ 14,8	791 $\pm$ 16,1	864 $\pm$ 22,3	855 $\pm$ 27,2	870 $\pm$ 28,9	838 $\pm$ 24,9	676 $\pm$ 25,4	812 $\pm$ 25,5	837 $\pm$ 29,3	850 $\pm$ 32,9
	15–18	668 $\pm$ 18,5	684 $\pm$ 17,3	687 $\pm$ 23,0	684 $\pm$ 41,7	704 $\pm$ 32,2	712 $\pm$ 32,5	811 $\pm$ 49,6	682 $\pm$ 33,9	689 $\pm$ 35,1	655 $\pm$ 41,0	722 $\pm$ 43,9
	0–6	666 $\pm$ 10,2	692 $\pm$ 7,1	699 $\pm$ 8,4	677 $\pm$ 14,2	668 $\pm$ 12,8	644 $\pm$ 14,2	714 $\pm$ 12,7	788 $\pm$ 18,3	696 $\pm$ 12,2	696 $\pm$ 17,3	738 $\pm$ 14,0
	6–12	861 $\pm$ 12,9	874 $\pm$ 10,5	919 $\pm$ 10,3	920 $\pm$ 15,5	881 $\pm$ 17,1	868 $\pm$ 20,1	1028 $\pm$ 19,4	1025 $\pm$ 16,0	1047 $\pm$ 14,1	963 $\pm$ 22,3	964 $\pm$ 14,6
	12–18	728 $\pm$ 11,4	758 $\pm$ 11,1	746 $\pm$ 14,1	775 $\pm$ 24,8	784 $\pm$ 19,8	788 $\pm$ 21,3	821 $\pm$ 28,0	685 $\pm$ 21,5	752 $\pm$ 21,0	746 $\pm$ 25,7	794 $\pm$ 27,7
	0–12	763 $\pm$ 8,0	783 $\pm$ 6,2	809 $\pm$ 6,4	799 $\pm$ 11,0	774 $\pm$ 10,5	756 $\pm$ 9,6	871 $\pm$ 11,9	906 $\pm$ 10,6	871 $\pm$ 9,24	830 $\pm$ 15,1	851 $\pm$ 9,5
Індекс спадання відносної швидкості росту 0-6-12 місяців, %		56,9 $\pm$ 1,50	60,9 $\pm$ 1,07	58,0 $\pm$ 1,14	55,1 $\pm$ 1,93	56,0 $\pm$ 1,96	53,5 $\pm$ 2,41	54,6 $\pm$ 1,76	59,7 $\pm$ 2,44	52,0 $\pm$ 1,64	54,5 $\pm$ 2,17	59,3 $\pm$ 1,97
Умовна кровність за голштинською породою, %		76,6 $\pm$ 0,20	77,1 $\pm$ 0,13	77,1 $\pm$ 0,19	95,2 $\pm$ 0,42	89,4 $\pm$ 0,68	92,2 $\pm$ 0,57	88,5 $\pm$ 0,51	97,1 $\pm$ 0,61	95,3 $\pm$ 0,50	88,0 $\pm$ 0,22	93,7 $\pm$ 0,69

У період 12–15 місяців міжгруппова різниця не перевищувала 83 г, окрім дочок плідника В. Л. Сноу СА 11294722, у яких середньодобовий приріст зменшився на 370 г порівняно з попереднім періодом і був нижчим від дочок Бестуса DE348313870 на $194 \pm 38,5$ г або на 22,3% ($P < 0,001$), що свідчить про вищу інтенсивність формування живої маси дочок В. Л. Сноу СА 11294722 у 6–12 місячний період зі спадом у наступні вікові періоди та компенсаторний ріст дочок Бестуса DE 348313870, оскільки напівсестри цього плідника у перше півріччя вирощування мали найнижчі середньодобові прирости поміж усіх досліджуваних груп. Телички отримані від плідника Канді Ред NL 444990835 зберігали високу інтенсивність росту продовж усього періоду вирощування і у 15–18 місяців переважали дочок інших бугаїв, а найбільше на $156 \pm 64,6$ г або на 22,3% ($P < 0,05$) дочок С. Альтаріка СА 9605778.

Отже, середньодобові прирости телиць досліджуваних груп зростали з кожним тримісячним періодом до року з поступовим зменшенням до 18 місячного віку. У голштинських плідників Канді Ред NL 444990835, В. Л. Сноу СА 11294722, Альтадегрі US 64633889, С. Альтаріка СА 9605778 і Сарукко DE 350995813 та бугая української червоної молочної породи Цвітка UA 435 більш помітний спад середньодобових приростів живої маси (від 197 г до 370 г) після першого року вирощування. Показники середньодобових приростів дочок Ширлі NL 447860719 і Бессона NL 393035302 голштинської та Драгоміра Ред DE 113021400 і Сургуча UA 6500134711 української червоної молочної порід упродовж вирощування були дещо нижчими, проте достатніми для досягнення оптимальних результатів.

Встановлені порівнянням групових середніх результати впливу походження за батьком на динаміку живої маси та середньодобових приростів телиць підтверджується однофакторним дисперсійним аналізом (табл. 2). Сила впливу батька на живу масу дочок в досліджувані вікові періоди коливається в межах від 7,6 до 25,6% за найвищого рівня достовірності. Критерій Фішера криволінійно зростає до річного віку ($F = 16,35$) і поступово зменшується у 15 ($F = 14,02$) і 18 ($F = 10,56$) місяців. Ці результати повторюють тенденції динаміки середньодобових приростів, коли найбільший вплив плідника відбувається в період інтенсивного статевих дозрівання з поступовим зменшенням до півторарічного віку.

2. Вплив походження за батьком на динаміку живої маси та її приростів телиць

Ознака, показник		$\eta_x^2 \pm \text{S.E.}, \%$	F	P
Число ступенів свободи	факторіальне	26		
	випадкове	1235		
Жива маса (кг) у віці (місяців):	новонароджені	$7,6 \pm 1,95$	3,91	$< 0,001$
	3	$18,8 \pm 1,71$	10,98	$< 0,001$
	6	$9,6 \pm 1,90$	5,03	$< 0,001$
	9	$16,2 \pm 1,76$	9,20	$< 0,001$
	12	$25,6 \pm 1,57$	16,35	$< 0,001$
	15	$23,4 \pm 1,67$	14,02	$< 0,001$
	18	$19,3 \pm 1,81$	10,67	$< 0,001$
Середньодобовий приріст живої маси (г) у віці (місяців):	0–3	$18,2 \pm 1,72$	10,56	$< 0,001$
	3–6	$3,1 \pm 2,04$	1,52	0,045
	6–9	$13,8 \pm 1,82$	7,62	$< 0,001$
	9–12	$13,3 \pm 1,83$	7,30	$< 0,001$
	12–15	$5,4 \pm 2,07$	2,64	$< 0,001$
	15–18	$2,7 \pm 2,18$	1,25	0,192
	0–6	$8,7 \pm 1,92$	4,52	$< 0,001$
	6–12	$23,2 \pm 1,62$	14,35	$< 0,001$
	12–18	$4,1 \pm 2,15$	1,90	0,006
	0–12	$25,1 \pm 1,58$	15,95	$< 0,001$
Індекс спадання відносної швидкості росту 0–6–12 місяців, %		$6,2 \pm 1,97$	3,14	$< 0,001$

Походження за батьком зумовлювало порівняно невисокий, проте за більшістю вікових періодів статистично значущий вплив на середньодобовий приріст живої маси телиць. У тримісячні періоди до півторарічного віку вплив плідника коливався в межах 2,7–18,2%. Більший вплив походження за батьком на прирости живої маси телиць (понад 20%) спостерігався у період 6-12 і 0-12 місяців, що підтверджує істотний вплив плідника на ріст потомства.

Дослідженням співвідносної мінливості живої маси та її приростів телиць з племінною цінністю батька високо достовірний зв'язок встановлено лише у новонароджених тварин. У всі інші вікові періоди (3, 6, 9, 12, 15 і 18 місяців) кореляція була низькою (r = від +0,6% до +5,8%) та недостовірною (табл. 3). Племінна цінність матерів більшою мірою корелювала з живою масою дочок в різні вікові періоди. Помітна і рівна за значенням (r = від +11,8% до +12,8%) та високо достовірна кореляція була у віці 9, 12 і 15 місяців. В інші вікові періоди, як і з племінною цінністю батька, кореляційний зв'язок між живою масою дочок та племінною цінністю матерів був прямий, але невисокий та недостовірний.

Співвідносна мінливість середньодобових приростів живої маси телиць та племінної цінності батьків була різноспрямованою і так само низькою (від -0,1% до +6,3%) та переважно недостовірною. Незначно, проте високо достовірно з приростами телиць у період 6-9, 6-12 та 0-12 місяців корелювала племінна цінність матері. В інші досліджувані періоди зв'язок також був різноспрямований, слабкий та недостовірний.

Отже, результати досліджень свідчать про слабкий та переважно недостовірний кореляційний зв'язок між племінною цінністю батьків і матерів та інтенсивністю росту їх дочок. Тобто селекція на підвищення молочної продуктивності корів не спричинятиме зниження або підвищення інтенсивності росту молодняку. Селекція за цими ознаками має вестись за незалежними рівнями.

Виявлено, що ріст і розвиток телиць в окремі вікові періоди проходить неоднаково і до певної міри зумовлюється належністю до лінії чи спорідненої групи. В господарстві за досліджуваний період використовували бугаїв 10 ліній та споріднених груп. Проте, лише чотири лінії та споріднені групи були представлені трьома і більше плідниками (табл. 4).

3. Співвідносна мінливість живої маси та її приростів телиць з племінною цінністю батьків за надоєм

Ознака, показник		Зв'язок з племінною цінністю:			
		батька		матері	
		$r \pm S.E., \%$	P	$r \pm S.E., \%$	P
Ураховано тварин		1262		1259	
Жива маса (кг) у віці (місяців):	новонароджені	$12,8 \pm 2,79$	< 0,001	$4,4 \pm 2,82$	0,123
	3	$2,1 \pm 2,82$	0,460	$7,0 \pm 2,81$	0,013
	6	$5,8 \pm 2,81$	0,040	$5,7 \pm 2,82$	0,042
	9	$0,6 \pm 2,82$	0,839	$11,8 \pm 2,80$	< 0,001
	12	$1,3 \pm 2,82$	0,635	$12,3 \pm 2,80$	< 0,001
	15	$2,6 \pm 2,87$	0,368	$12,8 \pm 2,85$	< 0,001
	18	$1,3 \pm 3,03$	0,659	$7,3 \pm 3,02$	0,016
Середньодобовий приріст живої маси (г) у віці (місяців):	0–3	$-2,1 \pm 2,82$	0,447	$6,1 \pm 2,82$	0,031
	3–6	$6,3 \pm 2,81$	0,026	$2,1 \pm 2,82$	0,446
	6–9	$-5,1 \pm 2,81$	0,070	$12,1 \pm 2,80$	< 0,001
	9–12	$1,7 \pm 2,82$	0,558	$4,0 \pm 2,82$	0,154
	12–15	$-2,0 \pm 2,87$	0,480	$-0,3 \pm 2,87$	0,925
	15–18	$-0,2 \pm 3,03$	0,946	$-4,2 \pm 3,03$	0,169
	0–6	$3,4 \pm 2,82$	0,222	$5,0 \pm 2,82$	0,073
	6–12	$-2,6 \pm 2,82$	0,357	$11,5 \pm 2,80$	< 0,001
	12–18	$-0,4 \pm 3,03$	0,886	$-4,1 \pm 3,03$	0,174
	0–12	$-0,1 \pm 2,82$	0,977	$12,1 \pm 2,80$	< 0,001
Індекс спадання відносної швидкості росту 0-6-12 місяців, %		$0,3 \pm 2,82$	0,920	$-2,6 \pm 2,82$	0,362

4. Динаміка живої маси та її приростів телиць різних ліній та споріднених груп ($\bar{x} \pm S.E$)

Ознака, показник		Група за лінією чи спорідненою групою:			
		Чіфа 1427381	Кевеліє 1620273	Елівейшна 1491007	Старбака 352790
Ураховано тварин		183	67	246	304
Одержано від батьків		7	3	5	8
Жива маса (кг) у віці (місяців):	новонароджені	37,2 $\pm$ 0,32	36,5 $\pm$ 0,48	37,8 $\pm$ 0,25	37,6 $\pm$ 0,22
	3	98,4 $\pm$ 0,86	89,6 $\pm$ 1,54	95,3 $\pm$ 0,90	91,7 $\pm$ 0,77
	6	166,8 $\pm$ 1,52	164,5 $\pm$ 2,76	165,3 $\pm$ 1,57	160,9 $\pm$ 1,26
	9	254,6 $\pm$ 2,20	229,6 $\pm$ 3,95	246,4 $\pm$ 2,36	235,2 $\pm$ 1,71
	12	352,1 $\pm$ 2,49	308,3 $\pm$ 4,93	334,0 $\pm$ 2,59	323,2 $\pm$ 2,00
	15	425,2 $\pm$ 2,73	384,8 $\pm$ 4,47	402,5 $\pm$ 2,46	401,5 $\pm$ 1,96
	18	486,6 $\pm$ 3,92	451,2 $\pm$ 4,85	462,0 $\pm$ 2,68	465,9 $\pm$ 2,39
Середньодобовий приріст живої маси (г) у віці (місяців):	0–3	670 $\pm$ 8,9	582 $\pm$ 15,4	630 $\pm$ 9,0	593 $\pm$ 8,0
	3–6	750 $\pm$ 12,6	820 $\pm$ 22,1	767 $\pm$ 12,1	759 $\pm$ 9,8
	6–9	962 $\pm$ 13,8	714 $\pm$ 30,5	889 $\pm$ 15,9	814 $\pm$ 12,5
	9–12	1068 $\pm$ 14,3	862 $\pm$ 30,6	960 $\pm$ 14,3	962 $\pm$ 13,3
	12–15	814 $\pm$ 17,0	838 $\pm$ 20,3	760 $\pm$ 12,8	859 $\pm$ 12,4
	15–18	675 $\pm$ 25,8	728 $\pm$ 35,3	674 $\pm$ 15,0	711 $\pm$ 16,8
	0–6	710 $\pm$ 8,0	701 $\pm$ 14,8	698 $\pm$ 8,32	676 $\pm$ 6,87
	6–12	1015 $\pm$ 9,9	788 $\pm$ 21,1	924 $\pm$ 10,4	889 $\pm$ 8,4
	12–18	752 $\pm$ 15,7	783 $\pm$ 21,7	720 $\pm$ 9,3	787 $\pm$ 10,3
	0–12	863 $\pm$ 6,7	745 $\pm$ 13,1	811 $\pm$ 6,9	782 $\pm$ 5,4
Індекс спадання відносної швидкості росту 0-6-12 місяців, %		55,0 $\pm$ 1,04	65,9 $\pm$ 2,15	57,0 $\pm$ 1,13	56,3 $\pm$ 1,01
Умовна кровність за голштинською породою, %		92,2 $\pm$ 0,36	80,5 $\pm$ 0,59	84,7 $\pm$ 0,69	90,5 $\pm$ 0,39

Новонароджені телиці зазначених чотирьох генеалогічних формувань характеризувались достатньо високою живою масою та мали міжгрупову різницю у межах 0,7–1,3 кг. У віці 3 місяців потомки Чіфа 1427381 переважали тварин усіх інших груп, (найбільше потомків Кевеліє 1620273 на $8,8 \pm 1,76$ кг або на 9%, $P < 0,001$). У 6-місячному віці міжгрупова різниця скоротилася і мала найвище значення у $+5,9$ кг ($P < 0,01$) за переваги групи тварин Чіфа 1427381 над лінією Старбака 352790. Суттєва різниця у живій масі між досліджуваними генеалогічними формуваннями спостерігалась з 9 місяців. У цьому віці телиці лінії Чіфа 1427381 переважали тварин лінії Кевеліє на $25,0 \pm 4,52$ кг або на 9,8% ($P < 0,001$), у 12 місяців – на $43,8 \pm 5,52$ кг або на 12,4% ($P < 0,001$), у 15 місяців – на $40,4 \pm 5,24$ кг або на 9,5% ($P < 0,001$) і у віці 18 місяців – на $35,4 \pm 6,24$ кг або на 7,3% ($P < 0,001$). Телиці лінії Чіфа 1427381 у 9, 12, 15 і 18 місяців також переважали телиць лінії Елівейшна 1491007 на 8,2 кг ($P < 0,05$), 18,1 кг ($P < 0,001$), 22,7 кг ($P < 0,001$) і 24,6 кг ($P < 0,001$) та телиць лінії Старбака 352790 на 19,4 кг ($P < 0,001$), 28,9 кг ($P < 0,001$), 23,7 кг ($P < 0,001$) та 20,7 кг ($P < 0,001$) відповідно. Попри помітну різницю між групами, телиці в усі вікові періоди усіх досліджуваних генеалогічних формувань мали достатньо високу живу масу, що перевищує ростові стандарти великої рогатої худоби молочних порід (Lytovchenko et al., 2004).

Середньодобові прирости більш детально характеризують вікові зміни інтенсивності росту досліджуваних тварин. Встановлено, що від народження до річного віку та в перші два піврічні періоди (0-6 та 6-12 місяців) найвищий приріст був у телиць спорідненої групи Чіфа 1427381. У досліджуваних групах середньодобовий приріст зростав з кожним періодом до 12 місяців, окрім телиць лінії Кевеліє 1620273. Зважаючи на найменший показник середньодобового приросту до 3 місяців, у наступний період (3-6 місяців) телиці лінії Кевеліє 1620273 компенсували низьку інтенсивність росту попереднього періоду. Проте в подальшому (6-9 місяців) відбувається зниження приросту на 106 г, що призводить до погіршен-

ня інтенсивності росту в цей віковий період з відставанням від тварин спорідненої групи Чіфа 1427381 на $248 \pm 33,5$ г або на 25,8% ($P < 0,001$), в 9-12 місяців – на $206 \pm 33,8$ г або на 19,3% ($P < 0,001$). Тварини зазначеної лінії у наступні періоди не втратили темпів росту, що в півторарічному віці забезпечило достатньо високий показник їх живої маси.

Отже, встановлено, що телиці досліджуваних генеалогічних формувань з високою умовною кровністю за голштинською породою (табл. 4) мали кращі показники росту до річного віку і характеризувались більш раннім формуванням живої маси.

Сила впливу лінії чи спорідненої групи на динаміку живої маси телиць у різні вікові періоди коливалась у межах 1,3–11,6%, а на середньодобовий приріст – 1,1–13,7% за високого у переважній більшості ступеня статистичної значущості (табл. 5).

5. Вплив належності до лінії чи спорідненої групи на динаміку живої маси та її приростів телиць

Ознака, показник		$\eta_x^2 \pm S.E., \%$	F	P
Число ступенів свободи	факторіальне	9		
	випадкове	1252		
Жива маса (кг) у віці (місяців):	новонароджені	$2,9 \pm 0,70$	4,19	$< 0,001$
	3	$6,0 \pm 0,68$	8,95	$< 0,001$
	6	$1,3 \pm 0,71$	1,89	0,050
	9	$5,8 \pm 0,68$	8,56	$< 0,001$
	12	$11,6 \pm 0,68$	18,22	$< 0,001$
	15	$10,8 \pm 0,67$	16,26	$< 0,001$
	18	$8,7 \pm 0,76$	11,42	$< 0,001$
Середньодобовий приріст живої маси (г) у віці (місяців):	0–3	$6,0 \pm 0,68$	8,90	$< 0,001$
	3–6	$1,1 \pm 0,71$	1,55	0,127
	6–9	$7,6 \pm 0,66$	11,50	$< 0,001$
	9–12	$7,5 \pm 0,67$	11,20	$< 0,001$
	12–15	$4,1 \pm 0,72$	5,70	$< 0,001$
	15–18	$1,4 \pm 0,82$	1,71	0,081
	0–6	$1,3 \pm 0,71$	1,80	0,064
	6–12	$13,7 \pm 0,62$	22,15	$< 0,001$
	12–18	$3,13 \pm 0,80$	3,90	$< 0,001$
	0–12	$11,6 \pm 0,64$	18,21	$< 0,001$
Індекс спадання відносної швидкості росту 0-6-12 місяців, %		$2,9 \pm 0,70$	4,18	$< 0,001$

Більш помітний вплив генеалогічних формувань на живу масу телиць виявляється у річному віці з наступним спадом до півторарічного віку. Вплив лінії на середньодобовий приріст був вагоміший у другий піврічний період вирощування і впродовж усього першого року постембріонального росту. Попри порівняно невисокі значення сила впливу лінії чи спорідненої групи на ознаки росту телиць є співмірною із впливом походження за батьком. Отже, дисперсійним аналізом підтверджується можливість генетичного поліпшення стад молочної худоби селекційним шляхом.

Ще одним генетичним чинником, що може зумовлювати мінливість господарськи корисних ознак, є умовна кровність за поліпшувальною породою. Кореляційним аналізом встановлено різний рівень зв'язку живої маси телиць та її середньодобових приростів у віковій динаміці за 18 місяців постнатального росту з умовною кровністю за голштинською породою (табл. 6).

Від народження до 15 річного віку кореляційний зв'язок між живою масою і умовною кровністю криволінійно зростає (від 10,7% до 32,6%) за найвищого рівня статистичної значущості в усі періоди. Проте, зв'язок середньодобових приростів та умовної кровності за голштинською породою в різні вікові періоди виявився різним за ступенем та напрямом. По-

мітним (20,8%–31,1%) та високо достовірним кореляційний зв'язок був у період інтенсивного статевго дозрівання (6-9, 9-12, 6-12 місяців). У віці 12-15, 15-18 та 12-18 місяців встановлено низький, різноспрямований та недостовірний зв'язок середньодобових приростів з кровністю за голштинською породою.

Отже, у період інтенсивного статевго дозрівання телиць (6-12 місяців) виявлено помітний, прямий та високо достовірний зв'язок живої маси телиць та її приростів з умовною кровністю за голштинською породою.

6. Співвідносна мінливість живої маси телиць та її приростів з умовною кровністю за голштинською породою

Корельована ознака, показник		$r \pm S.E., \%$	P
Ураховано тварин		1262	
Жива маса (кг) у віці (місяців):	новонароджені	$10,7 \pm 2,81$	$< 0,001$
	3	$16,8 \pm 2,78$	$< 0,001$
	6	$13,5 \pm 2,79$	$< 0,001$
	9	$24,0 \pm 2,74$	$< 0,001$
	12	$32,1 \pm 2,67$	$< 0,001$
	15	$32,6 \pm 2,71$	$< 0,001$
	18	$27,4 \pm 2,91$	$< 0,001$
Середньодобовий приріст живої маси (г) у віці (місяців):	0–3	$14,5 \pm 2,79$	$< 0,001$
	3–6	$4,7 \pm 2,81$	0,097
	6–9	$22,7 \pm 2,74$	$< 0,001$
	9–12	$20,8 \pm 2,76$	$< 0,001$
	12–15	$1,0 \pm 2,87$	0,734
	15–18	$-1,5 \pm 3,03$	0,617
	0–6	$11,8 \pm 2,80$	$< 0,001$
	6–12	$31,1 \pm 2,68$	$< 0,001$
	12–18	$0,5 \pm 3,03$	0,867
	0–12	$31,6 \pm 2,67$	$< 0,001$
Індекс спадання відносної швидкості росту 0-6-12 місяців, %		$-7,9 \pm 2,81$	0,005

Висновки. Жива маса та середньодобові прирости ремонтних телиць залежать від походження за батьком. Найбільший вплив плідника спостерігається у період інтенсивного статевго дозрівання. Дочки голштинських плідників В. Л. Сноу СА 11294722 та Канді Ред NL 444990835 характеризуються вищою живою масою та її середньодобовими приростами впродовж першого року життя. Сила впливу батька на живу масу дочок коливається від 7,6% до 25,6%, а на середньодобовий приріст – від 2,7% до 18,2%.

Між племінною цінністю батьків і матерів за молочною продуктивністю та інтенсивністю росту їхніх дочок встановлено низький та переважно недостовірний кореляційний зв'язок. Ріст і розвиток телиць також залежать від належності до певного генеалогічного формування, при цьому телиці лінії Чіфа 1427381 показали кращі показники росту до річного віку. Вплив генеалогічних формувань на живу масу телиць становив 1,3–11,6%, а на середньодобовий приріст – 1,1–13,7%, що є співмірним із впливом походження за батьком. Телиці з високою умовною кровністю за голштинською породою мали кращі показники росту до річного віку і характеризувались більш раннім формуванням живої маси.

REFERENCES

Admin, O. Ye., Admina, N. H., Osypenko, T. L., & Filipenko, I. D. (2020). Vplyv analizuichoho skhreshchuvannya ukraïnskoi chorno- ta chervono-riaboi molochnoi porody z monbeliarskymy buhaiamy na rist krosbrednykh telyts [Influence of analytical crossing of Ukrainian black-and

- red-and-white dairy breeds with Montbeliard bulls on the growth of crossbred heifers] *Ahroekolohichniy Zhurnal – Agroecological Journal*, 3, 118–124. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2020_3_17
- Bonekamp, G., Schoon, M. A., Hiemstra, S.-J., Hoving-Bolink, R. A. H., ten Napel, J., & Windig, J. J. (2025). Breed-environment interaction of native Dutch cattle breeds in agroecological context. *Journal of Dairy Science*, 108 (9), 6130–6150. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25802>
- Braga, L. G., Schenkel, F. S., Chud, T. C. S., Rodrigues, J. L., Saada, B., Machado, M. A., Panetto, J. C. C., Silva, M. V. G. B., & Munari, D. P. (2025). Selection signatures in Gir and Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 108(9), 9876–9900. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-26147>
- Dymchuk, A. V., & Liubynskyi, O. I. (2015). Rist zhyvoi masy telyts podilskoho zavodskoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Growth of live weight of heifers of Podilsky factory type of Ukrainian Black-and-White dairy breed] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 49, 85–89. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2015_49_16
- Dymchuk, A. V., Ponko, L. P., & Shutiak, O. V. (2022). Dynamika rostu zhyvoi masy telyts ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody riznykh linii [Dynamics of growth of living weight of Ukrainian Red-Brown dairy breed heifers of different lines] *Naukovi Dopovidi Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy – Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. Kyiv, 3 (97). [In Ukrainian]. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.03.007>
- Ferents, L. V., Fedorovych, Ye. I., & Siratskyi, Y. Z. (2005). Vplyv buhaiv riznykh linii na rist i rozvytok telychok ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Influence of bulls of different lines on the growth and development of heifers of the Ukrainian Black-and-White dairy breed] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 38, 193–196. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2005_38_34
- Fetisov, V. S. (2018). *Paket statystychnoho analizu danykh STATISTICA : navch. posib.* [Package of statistical data analysis STATISTICA: training. manual]. NDU im. M. Hoholia. [In Ukrainian].
- Havrylenko, M. S., & Kunovska, N. V. (2005). Rist telyts holshtynskoi porody zalezno vid yikhnoi liniinoi nalezhnosti [Growth of Holstein heifers depending on their line affiliation] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 38, 136–138. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2005_38_20
- Khmelnichyi, L. M., & Vecherka, V. V. (2018). Vplyv chastky spadkovosti holshtynskoi porody ta metodiv pidboru na hospodarsky korysni oznaky koriv molochnoi khudoby [Influence of the share of Holstein breed heredity and selection methods on economically useful traits of dairy cows] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 55, 135–142. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.55.19>
- Kohut, M. I., & Fedak, V. D. (2016). Rozvytok telyts riznykh linii symental'skoi porody [Development of heifers of different lines of Simmental breed] *Peredhirne ta Hirske Zemlerobstvo i Tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and stockbreeding*. Obroshyne, 60, 176–180. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2016_60_27
- Lytovchenko, A. M., Mykytiuk, D. M., Bilous, O. V., Kudriavska, N. V., Shpak, L. V., Burkat, V. P., Yefimenko, M. Ya., Polupan, Yu. P., Demchuk, M. P., Vasylykivskyi, S. B., Ruban, S. Yu., Melnyk, Yu. F., Maiboroda, M. M., Kostenko, O. I., Rudyk, I. A., Bashchenko, M. I., Tyshchenko, I. V., Khmelnytskyi, L. M., Kruhliak, A. P., Vyshevskyi, L. V., & Hordyn, A. F. (2004). *Instruktsiia z bonituvannia velykoi rohatoi khudoby molochnykh i molochno-miasnykh porid; Instruktsiia z vedennia pleminnoho obliku v molochnomu i molochno-miasnomu skotarstvi* [Instructions for the evaluation of dairy and dairy-meat cattle breeds; Instructions for breeding accounting in dairy and dairy-meat cattle breeding]. PPNN. [In Ukrainian].

- Osadcha, Yu. V., & Shanaieva-Tsymbal, L. O. (2022). *Mathematical methods in biology : textbook for students of institutions of higher education, specialty 204 – "Technology of Production and Processing of Animal Products"*. NULES of Ukraine. https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=JxkcbfYAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=JxkcbfYAAAAJ:L8Ckcad2t8MC
- Petryshyn, M. A., Kohut, M. I., Fedak, V. D., Polulikh, M. I., Shelevach, A. V., Stadnytska, O. I., & Illynska, H. V. (2024). Dynamika rostu masy tila remontnykh telyts ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody, otrymanykh vid riznykh variantiv pidboru [Dynamics of body weight growth of replacement heifers of Ukrainian Black-and-White dairy breed obtained from different selection options] *Peredhirne ta Hirske Zemlerobstvo i Tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and stockbreeding*. Obroshyne, 75 (1), 157–166. [In Ukrainian]. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-1-14](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-1-14)
- Polupan, Yu. P., & Pryima, S. V. (2023). Dynamika eksteriernykh osoblyvostei pervistok molochnykh porid [Dynamics of exterior features of primiparous dairy breeds] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 65, 107–127. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.65.10>
- Pryima, S. V. (2025). Ontohenetychna dynamika, determinatsiia ta spivvidnosna minlyvist rostu, ekster'ieru ta efektyvnosti produktyvnoho vykorystannia molochnoi khudoby [Ontogenetic dynamics, determination and correlative variability of growth, exterior and efficiency of productive use of dairy cattle] (PhD thesis). [In Ukrainian].
- Sørensen, M. K., Norberg, E., Pedersen, J., & Christensen, L. G. (2008). Invited Review: Crossbreeding in Dairy Cattle: A Danish Perspective. *Journal of Dairy Science*, 91 (11), 4116–4128. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1273>
- Stadnytska, O. I. (2021). Osoblyvosti protsesu ontogenezu remontnykh telyts ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Features of the ontogenesis process of replacement heifers of the Ukrainian Black-and-White dairy breed] *Peredhirne ta Hirske Zemlerobstvo i Tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and stockbreeding*. Obroshyne, 69 (1), 157–166. [In Ukrainian]. [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(69\)-14](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-14)
- Svechin, Yu. K. (1985). Prognozirovanie produktivnosti zhyvotnykh v rannem vozraste [Predicting animal productivity at an early age] *Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki – Bulletin of Agricultural Science*, 4, 103–108. [In Russian].
- Vdovychenko, Yu. V., Suchkov, I. A., & Noskova, A. M. (2018). Vplyv henetychnykh faktoriv na rist ta rozvytok telyts pivdennoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Influence of genetic factors on the growth and development of heifers of the southern type of Ukrainian Black-and-White dairy breed] *Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova» – Scientific Bulletin «Askaniia-Nova»*. Nova Kakhovka, 11, 63–74. [In Ukrainian]. <https://ascaniansc.in.ua/images/9стаття.pdf> <https://doi.org/10.33694/2617-0787-2018-1-11-63-74>
- Voitenko, S. L., Sydorenko, O. V., & Liubynskyi, O. I. (2024). Vplyv linii na zhyvu masu, absoliutni ta serednodobovi pryrosty telyts ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Influence of the line on live weight, absolute and average daily gains of Ukrainian Black-and-White dairy heifers] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 68, 5–13. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.68.01>
- Vysochanskyi, Y. S. (2015). Rist i rozvytok ta biolohichni osoblyvosti pomisnykh telyts riznykh henotypiv [Growth and development and biological features of crossbred heifers of different genotypes] *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii im. Gzhytskoho – Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 17 (1(3)), 33–39. [In Ukrainian]. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2015_17_1\(3\)_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2015_17_1(3)_10)

Одержано редколегією 24.06.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.2.034.084.52

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.19>

ВІДТВОРЮВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ ТА МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ У ЗВ'ЯЗКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗЕРНОСІНАЖІВ ІЗ РІЗНИХ КУЛЬТУР

І. В. ПРОСКУРА**Інститут тваринництва НААН (Харків, Україна)**<https://orcid.org/0009-0002-1593-0449> – І. В. Проскура**ddvserg19@gmail.com*

У статті наведено результати досліджень показників молочної продуктивності та відтворювальної здатності корів української чорно-рябої молочної породи при заміні у складі їх раціонів зерносінажу з вико-вівсяної сумішки на зерносінаж з озимого тритикале. Корови контрольної групи одержували раціон, який містив у своєму складі однакову кількість (за поживністю) кукурудзяного силосу та зерносінажу з вико-вівсяної сумішки. У раціонах тварин дослідної групи, 100% цього зерносінажу заміняли зерносінажем з озимого тритикале.

Встановлено, що заготівля зерносінажів з озимого тритикале та вико-вівсяної сумішки, дала можливість отримати корми які містили у своєму складі 34,1 та 36,1 г сирого протеїну, переважаючи за цим показником кукурудзяний силос, відповідно на 13,9 та 15,9 г або на 68,8% та 78,7%. При цьому за вмістом нерозщеплюваного протеїну зерносінаж з тритикале мав перевагу як над зерносінажем з вико-вівсяної сумішки, так і кукурудзяним силосом, відповідно на 36,8 та 147,9%.

Встановлено, що заміна у складі кормосумішки вико-вівсяного зерносінажу на зерносінаж з озимого тритикале, за незначного зменшення вмісту сирого протеїну та сирової клітковини, сприяє підвищенню вмісту протеїну нездатного до розщеплення на 32 г, крохмалю на 69 г, цукру на 50 г та жиру на 19 г. За період дослідів від тварин контрольної та дослідної груп (в середньому на 1 голову) було отримано 3759 кг молока, з вмістом жиру 3,73% та білка 2,86% і 3748 кг, 3,70% та 2,97%. За основними показниками відтворювальної здатності у піддослідних корів різниця виявилася несуттєвою і статистичної значущості не було доведено. Різниця за тривалістю сервіс-періоду, періоду лактації та між отельного періоду між групами складала 8,4; 19,9 і 12,0 доби на користь тварин дослідної групи.

Ключові слова: корови, відтворювальна здатність, молочна продуктивність, якість молока, технологія годівлі

REPRODUCTIVE ABILITY AND MILK PRODUCTION OF COWS IN CONNECTION WITH THE USE OF CEREAL FODDER FROM DIFFERENT CROPS

I. V. Proskura*Livestock farming Institute of NAAS (Kharkiv, Ukraine)*

The article presents the results of studies of milk productivity and reproductive capacity of Ukrainian Black-and-White dairy cows when replacing vetch-oat mixture with winter triticale in their diets. Cows of the control group received a diet containing the same amount (in terms of nutritional value) of corn silage and vetch-oat silage. In the diets of the animals of the experimental group, 100% of this grain silage was replaced by winter triticale.

It was found that the harvesting of winter triticale and vetch-oat mixture made it possible to obtain feed containing 34.1 and 36.1 g of crude proteins, exceeding corn silage by this indicator by 13.9 and 15.9 g, respectively, or by 68.8% and 78.7%. At the same time, the content of non-degradable protein in triticale grain silage was higher than that of vetch-oat mixture and corn silage by 36.8% and 147.9%, respectively.

© І. В. ПРОСКУРА, 2025

It was found that the replacement of vetch-oat silage with winter triticale silage in the feed mixture, with a slight decrease in the content of crude protein and crude fiber, increases the content of protein incapable of splitting by 32 g, starch by 69 g, sugar by 50 g and fat by 19 g. During the period of the experiment, 3759 kg of milk with a fat content of 3.73% and protein content of 2.86% and 3748 kg with a fat content of 3.70% and 2.97% were obtained from animals of the control and experimental groups (on average per head). According to the main indicators of reproductive capacity in the experimental cows, the difference was insignificant and statistical significance was not proven. The difference in the duration of the service period, lactation period and inter-calving period between the groups was 8.4, 19.9 and 12.0 days in favor of the experimental group.

Keywords: cows, reproductive ability, milk yield, milk quality, feeding technology

Вступ. Збільшення виробництва молока в умовах інтенсивної технології можна досягти як за рахунок збільшення поголів'я, так і підвищення рівня продуктивності корів. Створення сприятливих умов годівлі, утримання корів дає змогу досягти високих показників як молочної продуктивності, так і репродуктивної функції (Podobed et al., 2020).

Традиційним для технології інтенсивного виробництва кормів вважається заготівля силосу з кукурудзи. Однак виробництво кукурудзяного силосу в останні роки пов'язане з нестабільністю врожайності традиційних кормових культур в умовах глобального потепління (Pomitu et al., 2018). Ці зміни вказують на те, що для адаптації галузі кормовиробництва до кліматичних змін доцільно реалізувати комплекс прийомів, одним з яких є збільшення посівних площ багаторічних, озимих або більш посухостійких культур. Тому для збільшення обсягів виробництва та зниження собівартості продукції тваринництва необхідно застосовувати для кожної природно-кліматичної зони найбільш врожайні та адаптивні культури та технології заготівлі із них кормів, здатні забезпечити на 20–30% більше збір поживних речовин, порівняно з традиційними кормовими культурами (Shchipak, 2019).

В ІТ НААН були визначені пріоритетні кормові культури та їх сумішки, на основі яких можна створити маловитратну кормову базу стосовно сталої однотипної годівлі корів в умовах Лісостепу України, використання яких здатне забезпечити збільшення виробництва тваринницької продукції за раціонального використання земельних ресурсів та економії енергії і коштів (Hnoievyi, 2006; Hnoievyi et al, 2007).

Однією з таких культур є озиме тритикале, гібрид озимої пшениці та жита, який вдало поєднує високу продуктивність пшениці та екологічну пластичність до абіотичних факторів жита, яке здатне забезпечити сталі врожаї навіть у посушливі роки і дає можливість отримати якісну сировину для заготівлі зерносінажу, яка за вмістом окремих поживних речовин може не поступатися, а за деякими навіть перевищує традиційні зернофуражні культури та їх сумішки (Baron et al, 2015; Harper et al, 2017).

Воно відзначається високим потенціалом врожайності зерна та зеленої маси, підвищеною адаптивністю до умов вирощування, зокрема зимостійкістю, посухостійкістю та невибагливістю до ґрунтів. Крім того, культура стійка до грибних захворювань, містить більше білка та лізину в зерні, а також багата на поживні речовини в зеленій масі. Ці характеристики значно розширюють географію вирощування культури, що дає можливість активно впроваджувати тритикале в регіонах, непридатних для інших зернофуражних культур, що дає можливість розглядати його як перспективну культуру для використання в годівлі великої рогатої худоби (Habtamu et al., 2018; Randhawa et al., 2019).

Однак до цього часу не остаточно визначено вплив і доцільність введення до раціону корів такого зерносінажу як невикористаного резерву удосконалення технології їх годівлі, що й обумовлює актуальність проведених досліджень.

Мета роботи – дослідити показники відтворювальної здатності та молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи залежно від умов їх годівлі.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в умовах ДП ДГ ІТ НААН «Гонтарівка» Чугуївського р-ну Харківської області. Лабораторні дослідження кормів, які

входили до складу раціонів піддослідних тварин, виконували у відділі оцінки і моніторингу якості тваринницької продукції та кормів, згідно з вимогами ДСТУ та загальноприйнятих у зоотехнії методик. Енергетичну поживність кормів розраховували згідно діючих стандартів та методик DSTU ISO 8066:2015 (2015) .

Для проведення науково-господарського дослідження за методом пар-аналогів сформували дві групи високопродуктивних корів української молочної чорно-рябої породи другої та третьої лактацій з середньодобовим надоем 31 л молока, по 9 голів у кожній. Технологічні підходи до організації технології годівлі полягали в тому, що корови першої (контрольної) групи одержували раціон, який містив у своєму складі однакову кількість (за поживністю) кукурудзяного силосу та зерносінажу з вико-вівсяної сумішки. У раціонах тварин другої (дослідної) групи, 100% вищезазначеного зерносінажу заміняли зерносінажем, виготовленим із зеленої маси озимого тритикале. Утримання тварин – прив'язне, годівля тварин – двічі на добу, доступ тварин до води – вільний. Аналогів добирали за віком, статтю, породою, фізіологічним станом та індивідуальним добовим надоем молока. Динаміку зміни молочної продуктивності корів визначали на 30, 60, 90, 120 і 154 добу дослідження, визначали, як окремо по кожній тварині, так і в середньому по групі (Ibatullin et al., 2017). Корегування раціонів здійснювали після кожного контрольного доїння тварин. Раціони балансували відповідно до деталізованих норм годівлі (Bogdanov et al., 2012), (Kandyba et al., 2012).

Облік молочної продуктивності здійснювали за результатами індивідуальних щомісячних контрольних доїнь корів із подальшим розрахунком за кожен місяць. У середніх зразках молока щомісячно досліджували масові частки, (%): жиру, білка, лактози, сухої речовини за ДСТУ 8396:2015 «Молоко коров'яче».

Біометричну обробку отриманого цифрового матеріалу проводили методом варіаційної статистики, враховуючи критерій Стьюдента за методикою М. О. Плохінського (Ibatullin et al., 2017). Для оцінювання достовірності отриманих результатів – середніх арифметичних величин (M), похибки середньої арифметичної ($\pm m$) та вірогідності різниці між досліджуваними середньоарифметичними величинами (P) – використовували стандартну комп'ютерну математично-статистичну програму «Microsoft Excel». Зміни між групами вважали вірогідними за умови, якщо $p \leq 0,05$.

Результати досліджень.

Аналіз даних хімічного складу зерносінажів з озимого тритикале та вико-вівсяної сумішки, порівняно з кукурудзяним силосом, свідчить, що їх застосування дає змогу одержувати високоякісні консервовані корми, які містять у своєму складі 34,1 та 36,1 г сирого протеїну, переважаючи за цим показником кукурудзяний силос, відповідно на 13,9 та 15,9 г або на 68,8% та 78,7%. При цьому слід зазначити, що за вмістом нерозщеплюваного протеїну зерносінаж з тритикале мав перевагу над зерносінажем з вико-вівсяної сумішки, так і кукурудзяним силосом, відповідно на 36,8 та 147,9%. Слід зазначити, що заготівля зерносінажів з озимого тритикале та вико-вівсяної сумішки дало змогу одержати корм з більшим вмістом, порівняно з кукурудзяним силосом, жиру на 72,1% та 50,0% та цукру.

Вищезазначені відмінності у хімічному складі спричинили збільшення поживної цінності зерносінажів, приготовлених із зеленої маси озимого тритикале та вико-вівсяної сумішки, порівняно з кукурудзяним силосом, відповідно на 0,56 та 0,60 МДж або на 18,3 та 19,6%.

У попередніх дослідженнях було встановлено, що заміна у раціонах дійних корів з добовим надоем 21 л, 50% кукурудзяного силосу (за поживністю) на зерносінаж приготовлений з вико-вівсяної сумішки або одновидових посівів озимого тритикале сприяла підвищенню їх середньодобових надоев, відповідно, на 2,1 та 2,2 кг або 12,4 та 13,1%. В обох випадках різниця мала тенденцію до вірогідності $p \leq 0,1$. При цьому спостерігалось незначне підвищення жирномолочності у тварин, раціон яких містив у своєму складі зерносінаж. Отримані нами дані узгоджуються з результатами досліджень (Нпоієвуї, 2006), у досліді якого при заміні у складі кормосумішки 25 кг кукурудзяного силосу на таку ж кількість силосу із сумішки злако-бобових зернофуражних культур середньодобові надоеї молока у корів за 90 днів

досліді збільшилися на 2,6 кг або 14,5%, що було обумовлено кращим забезпеченням тварин дослідної групи сирим та перетравним протеїном.

Тому, враховуючи результати попереднього досліді, і той факт, що другий досліді проводили на тваринах з добовим надоем на початку досліді більше 30 кг молока, було прийнято рішення не сформувати групу корів, у складі раціону яких був відсутній зерносінаж, і за контроль була взята група, раціон якої містив у своєму складі однакову кількість (за поживністю) кукурудзяного силосу та зерносінажу з вико-вівсяної сумішки. Щодо годівлі піддослідних тварин, то раціон тварин контрольної групи в середньому за період досліді містив 12,0 кг силосу кукурудзяного; 10,0 кг – зерносінажу вико-вівсяного; 5,0 – сінажу люцерни, 5,0 кг – люцернового сіна; 7,0 кг – комбікорму. У цілому ж питома частка зерносінажів становила 17,0% у загальній енергетичній цінності раціону цих тварин.

Дані стосовно вмісту поживних речовин та структури раціонів наведено у таблиці 1.

1. Структура та поживність раціонів тварин (в середньому за період досліді)

Вміст поживних речовин та структура раціонів	Групи тварин	
	I група (контрольна)	II група (дослідна)
В раціоні міститься:		
сухої речовини, кг	19,96	19,92
ДОЕ, МДж	213,7	213,3
сирого протеїну, г	2923	2903
протеїну, здатного до розщеплення, г	2168	2116
протеїну, нездатного до розщеплення, г	755	787
перетравного протеїну, г	2000	1994
сирої клітковини, г	3775	3739
нейтрально-детергентної клітковини, % СР	23,7	24,0
кислотно-детергентної клітковини, % СР	16,6	16,4
крохмалю, г	3157	3226
цукру, г	940	990
сирого жиру, г	622	641
кальцію, г	165	169
фосфору, г	98	97
Структура раціону за поживністю:		
концентровані	37,8	37,8
грубі	20,1	20,1
соковиті	42,1	42,1
ДОЕ/СР	10,70	10,70
СП/СР	14,65	14,57
СК/СР	18,91	18,77
СП/ДОЕ	13,68	13,61

Аналіз даних таблиці 1 свідчить, що вміст основних поживних речовин, що містилися в раціонах контрольної і дослідної групи у період досліді, цілком задовольняв їх добову потребу, оскільки надходження з поживними речовинами кормів відповідало рекомендованим нормам.

Використання у складі раціонів тварин зерносінажу з озимого тритикале не мало суттєвого впливу на зміну концентрації енергії у сухій речовині раціонів тварин різних груп в середньому за період досліді. Встановлено, що заміна у складі кормосумішки тварин дослідної групи вико-вівсяного зерносінажу на зерносінаж з озимого тритикале, за незначного зменшення вмісту сирого протеїну та сирої клітковини, сприяла підвищенню вмісту протеїну не-

здатного до розщеплення на 32 г або 4,2%, крохмалю на 69 г або на 2,2%, цукру на 50 г або 5,3% та жиру на 19 г або 3,1%.

Про зв'язок між кількісними та якісними показниками молочної продуктивності дає уяву таблиця 2.

2. Молочна продуктивність та якість молока корів, ($M \pm m$)

Показник	Групи тварин	
	I група (контрольна)	II група (дослідна)
Кількість тварин, голів	9	9
Надій молока за період дослід, кг	3759 $\pm$ 197,2	3748 $\pm$ 113,4
Середньодобовий надій молока, кг	24,4 $\pm$ 1,28	24,3 $\pm$ 0,74
Надій молока у перерахунку на базисну жирність (3,4 %), кг	4124 $\pm$ 197,2	4079 $\pm$ 113,4
Масова частка в молоці жиру, %	3,73 $\pm$ 0,107	3,70 $\pm$ 0,086
білка, %	2,86 $\pm$ 0,069	2,97 $\pm$ 0,048
Кількість молочного жиру, кг	140,2 $\pm$ 7,98	138,4 $\pm$ 5,66
білка, кг	107,6 $\pm$ 5,98	111,4 $\pm$ 4,58
Співвідношення масових часток білок : жир	0,77:1	0,80:1

Аналіз даних таблиці 2 свідчить, що заміна у складі кормових сумішок корів зерносінажу з вико-вівсяної сумішки на зерносінаж з озимого тритикале, не спричинила негативно-го впливу на рівень їх середньодобових надоїв. Так, від тварин дослідної групи (в середньому на 1 голову) за період дослід, одержано молока на 11 кг або 0,3% менше, ніж від тварин контрольної групи. За переведення рівня надоїв молока на базисну жирність тварини контрольної групи переважали за цим показником над тваринами дослідної групи на 45 кг або 1,1%.

При цьому слід зазначити, що згодовування зерносінажу з озимого тритикале мало позитивний вплив на показник вмісту білка у молоці, який у тварин дослідної групи був вищим на 0,11%. Щодо співвідношення масової частки білка до жиру в молоці корів усіх груп, то значної різниці за цим показником не встановлено. Так, на одну частину жиру припадало в середньому близько 0,77–0,80 частин білку.

У молочному скотарстві для оцінки відтворювальної здатності корів використовують показники тривалості сервіс-періоду, періодів тільності, лактації, сухостою та між отельного, а також коефіцієнт відтворювальної здатності. Аналіз даних оцінки цих параметрів наведено у таблиці 3.

3. Відтворювальна здатність корів, ($M \pm m$)

Показник	Групи тварин	
	контрольна	дослідна
Тривалість, діб:		
сервіс-періоду	146,6 $\pm$ 26,81	155,0 $\pm$ 15,36
тільності корів	274,3 $\pm$ 1,82	277,9 $\pm$ 1,74
періоду лактації	311,1 $\pm$ 18,63	331,0 $\pm$ 8,21
періоду сухостою	99,3 $\pm$ 17,46	101,9 $\pm$ 10,20
міжотельного періоду	420,9 $\pm$ 27,35	432,9 $\pm$ 15,31
Коефіцієнт відтворювальної здатності, од.	0,89 $\pm$ 0,05	0,85 $\pm$ 0,03

Наведені у таблиці 3 дані свідчать, що міжгрупова мінливість основних показників відтворювальної здатності у піддослідних корів виявилася несуттєвою і статистичної значущості не було доведено. Так, різниця за тривалістю сервіс-періоду, періоду лактації та між отельного періоду між групами складала 8,4; 19,9 і 12,0 доби або 5,7%, 6,4 і 2,9% на користь

тварин дослідної групи. Слід відзначити, що водночас, зі збільшенням тривалості сервіс-періоду в корів дослідної групи відзначено також збільшенням тривалості лактації. На тлі розтягнутишого сервіс-періоду проміжок часу між отеленнями у тварин усіх груп тривав більше календарного року, що не дало змоги одержати від кожної корови одного теляти за рік.

Висновки.

1. Експериментально обґрунтовано можливість та доцільність використання зерносінажу з озимого тритикале в раціонах годівлі корів.

2. Встановлено, повна заміна у раціонах молочної худоби зерносінажу з вико-вівсяної сумішки на зерносінаж з озимого тритикале, не мала негативного впливу на показники молочної продуктивності та відтворювальної здатності корів.

REFERENCES

- Baron, Vern, Juskiw, P., & Aljarrah, Mazen (2015) Triticale as a Forage In book: Triticale, 189–212. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22551-7_10
- Bogdanov, G. O., Kandiba, V. M. (2012) *Normy i ratsiony povnotsinnoi hodivli vysokoproduktyvnoi velykoi rohatoi khudoby: dovidnyk-posibnyk* [Norms and diets of high-grade feeding of highly productive cattle: reference book]. Ahrarna Nauka. [In Ukrainian]
- DSTU ISO 8066:2015. (2015) *Kormy dlia silskohospodarskykh tvaryn. Metody vyznachennia enerhoiemnosti i pozhyvnosti: Vydannia ofitsiine* [Chynnyi vid 2017-01-01]. [Feed for farm animals. Methods for determination of energy content and nutritional value: Official edition]. Kyiv.
- Geren, H. (2014). Dry matter yield and silage quality of some winter cereals harvested at different stages under mediterranean climate conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(2), 197–202. – Retrieved from : <https://dergipark.org.tr/download/article-file/158601>
- Habtam, A., Tadele, T. K., Twain, J. B., XueFeng, M. (2018). Triticale Improvement for Forage and Cover Crop Uses in the Southern Great Plains of the United States. *Front Plant Sci.*, 9, 1130. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01130>
- Harper, M. T., Oh, J., Giallongo, F., Roth, G. W., & Hristov, A. N. (2017) Inclusion of wheat and triticale silage in the diet of lactating dairy cows *J. Dairy Sci.*, 100, 6151–6163 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12553>
- Hnoievyi, I. V. (2006). Udoskonalennya kormovoyi bazi v gospodarstvakh za cilorichnoyi odnotipnoyi godivli velikoyi rohatoyi hudobi [Improvement of the fodder base in economies at annual one-type feeding of cattle] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin The institute of animal science, UAAS*. Kharkiv, 92, 25–31 [in Ukrainian].
- Hnoievyi, V. I., Ilchenko, O. M., Hnoievyi, I. V. (2007). Pidvyshchennia efektyvnosti vyrobnytstva kormiv dlia tsilorichnoi odnotypnoi hodivli khudoby [Increasing the efficiency of feed production for year-round uniform feeding of livestock] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and Technical Bulletin The institute of animal science, UAAS*. Kharkiv, 95, 50–55. [in Ukrainian].
- Ibatullin, I. I., Zhukorskiy, O. M. (2017) *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi* [Methodology and organisation of scientific research in animal husbandry]. Ahrarna Nauka (In Ukrainian).
- Kandyba, V. M., Ibatulin, I. I., & Kostenko, V. I. (2012) *Teoriia i praktyka normovanoi hodivli velykoi rohatoi khudoby* [Theory and practice of normalized feeding of cattle]. Ahrarna Nauka [In Ukrainian].
- Podobed, L. I., Oleksandrov, S. M., Rudenko, Ye. V., Pomitun, I. A., Kosov, M. O., Antonenko, S. F., Zolotarov, A. P., Brezvin, O. M., Levytskyi, T. R. (2020). Tekhnolohichni, kormovi ta veterynarni aspekty vyroshchuvannia vysokoproduktyvnykh koriv [Technological, fodder and veterinary aspects of growing highly productive cows]. Instytut tvarynnytstva NAAN [In Ukrainian]
- Pomitun, I. A., & Drozdov, S. Ye. (2018). Shliakhy zabezpechennia staloi zahativli sylosovanykh

kormiv v umovakh zmin klimatu [Ways to ensure sustainable silage harvesting in the face of climate change]. V Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii za uchastiu FAO «Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vykyly dlia ahrarnoi nauky i osvity» [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference with the participation of FAO 'Climate Change and Agriculture. Challenges for Agricultural Science and Education']. (652–655) Kyiv (In Ukrainian)

Shchipak, G. V. (2019) Trytykale i pshenytsia: selektsiia na adaptivnist, urozhainist, yakist: monohrafiia [Triticale and wheat: breeding for adaptability, yield and quality: monograph (scientific publication)]. Atopol [In Ukrainian] <https://yuriev.com.ua/assets/files/knigi/2019-monografiya-tritikale.pdf>

Одержано редколегією 02.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.2.034.082.2:575.113

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.20>**МЕТОДОЛОГІЯ СУЧАСНИХ ПРОГРАМ ВІДБОРУ В МОЛОЧНОМУ СКОТАРСТВІ****С. Ю. РУБАН, В. О. ДАНШИН***Національний університет біоресурсів і природокористування України*<https://orcid.org/0000-0002-8114-3665> – С. Ю. Рубан<https://orcid.org/0000-0001-9012-6835> – В. О. Данишин

rubansy@gmail.com

Важливість аналітики в молочному скотарстві залишається ключовим фактором в сферах макроекономіки, наукових досліджень, управлінні на рівні окремих порід, господарств (стад) забезпечуючи ефективність виробництва та добробут тварин. Знання такої методології залишається вирішальними при її включенні в конкретний науковий та виробничий процес в режимі реального часу. Підкреслюючи світовий потенціал проведених та майбутніх досліджень, необхідно уявляти про конкурентне середовище, яке інтенсивно створюється за рахунок інтеграції наукових шкіл, установ, країн, і як наслідок об'єднання Database (баз даних), Knowledge base (баз знань), інструментів моделювання з методами машинного навчання та штучного інтелекту.

Стаття присвячена аналізу сучасного стану та перспективам селекції молочної худоби. Акцентуючи увагу на способах досягнення високого рівня генетичного прогресу шляхом реалізації ефективних програм відбору, наводиться приклад роботи лабораторії геноміки та вдосконалення тварин при Міністерстві сільського господарства США – AGIL (від англ. Animal Genomics and Improvement Laboratory). Являючись успішним світовим науковим центром, AGIL досліджує та розробляє вдосконалені методи генетичної та геномної оцінки крупних молочних та дрібних жувальних тварин, спрямовуючи такі дослідження, на покращення їх здоров'я, продуктивності, а також екологічної безпеки та якості отриманої продукції для світового суспільства.

Приводячи дані стану племінного (підконтрольного) поголів'я в Україні молочних та комбінованих порід великої рогатої худоби а також в країнах Європи, робиться висновок про необхідність використання існуючих практик та досвіду на рівні вітчизняного виробництва. Опис існуючих методів оцінки племінної цінності та розрахунок генетичних кореляцій між економічно важливими ознаками доводить можливості моделювання та передбачення таких результатів в програмах відбору. Приклади застосування оцінок ефективності використання корму, які починають домінувати в індексах відбору, доводять про необхідність перегляду інколи традиційних підходів які не враховують важливість економії енергоресурсів, зменшення забруднення оточуючого середовища, втрати „кормового” азоту та необхідність покращення добробуту (здоров'я) тварин. Наведено принципи побудови інформаційних систем та способи використання штучного інтелекту для цілей селекції. Представлено дані використання техніки редагування геному молочної худоби, а також перспективи застосування Omics-технологій в галузі молочного скотарства.

Ключові слова: молочна худоба, генетичні кореляції, відбір, продуктивність, ефективність використання корму, омікс технології

METHODOLOGY OF MODERN SELECTION PROGRAMS IN DAIRY CATTLE**S. Y. Ruban, V. O. Danshyn***National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)*

The importance of analytics in dairy farming remains a key factor in the fields of macroeconomics, scientific research, management at the level of individual breeds, farms (herds), ensuring the efficiency of production and animal welfare. Knowledge of such a methodology remains crucial when it is included in a specific scientific and production process in real time. Emphasizing the global potential of the conducted and future research, it is necessary to imagine a competitive environment that is intensively created through the integration of scientific schools, institutions, countries, and as a result of the combination of Database (databases), Knowledge base (knowledge bases), modeling tools with machine learning and artificial intelligence methods.

The article is devoted to the analysis of the current state and prospects of dairy cattle breeding. Focusing on ways to achieve a high level of genetic progress through the implementation of effective selection programs, an example of the work of the Animal Genomics and Improvement Laboratory at the United States Department of Agriculture – AGIL (from the English. Animal Genomics and Improvement Laboratory) is given. Being a successful world scientific center, AGIL researches and develops advanced methods of genetic and genomic evaluation of large dairy and small ruminants, directing such research to improve their health, productivity, as well as environmental safety and quality of the resulting products for the world community.

Presenting data on the state of the breeding (controlled) livestock in Ukraine of dairy and dual-purpose breeds of cattle, as well as in European countries, the conclusion is made about the need to use existing practices and experience at the level of domestic production. A description of existing methods for evaluation of breeding values and calculating genetic correlations between economically important traits proves the possibility of modeling and predicting such results in selection programs.

Examples of the use of feed efficiency assessments, which are beginning to dominate in selection indices, demonstrate the need to revise sometimes traditional approaches that do not take into account the importance of saving energy resources, reducing environmental pollution, losses of “feed” nitrogen and the need to improve the welfare (health) of animals. The principles of building information systems and methods of using artificial intelligence for breeding purposes are presented. Data on the use of the genome editing technique in dairy cattle, as well as the prospects for the application of Omics technologies in the field of dairy cattle breeding, are presented.

Keywords: **dairy cattle, genetic correlations, selection, productivity, feed efficiency, omics technologies**

Вступ. Задачею програм відбору в тваринництві є досягнення високого рівня генетичного прогресу за економічно важливим ознакам шляхом організації такого процесу за участі певних виробничих та наукових структур. Генетичне покращення тварин традиційно включає наступні етапи: 1) визначення цілі розведення, 2) побудову селекційного індексу з метою досягнення цілі розведення з максимальним прибутком, 3) організація регулярного контролю ознак, які входять до індексу відбору, 4) здійснення генетичної оцінки тварин за селекційними ознаками, 5) розробка і реалізація селекційної програми за певними критеріями відбору, 6) проведення підбору для отримання наступного покоління тварин під запити ринку. Сама оцінка генетичної (плеємної) цінності тварин передбачає використання математичних методів які мінімізують похибку такої оцінки (Ruban et al., 2021; Simm et al., 2021).

Як приклад можна навести Лабораторію геноміки та вдосконалення тварин-AGIL (англ. Animal Genomics and Improvement Laboratory), яка функціонує при Міністерстві сільського господарства США, й досліджує вдосконалені методи генетичної та геномної оцінки економічно важливих ознак молочних та дрібних жуйних тварин, а також проводить фундаментальні геномні дослідження, спрямовані на покращення їхнього здоров'я та продуктивності. AGIL була створена у квітні 2014 року шляхом злиття Лабораторії програм покращення тварин – AIPL (англ. Animal Improvement Programs Laboratory) та Лабораторії функціональної геноміки великої рогатої худоби – BFGL (англ. Bovine Functional Genomics Laboratory).

Головною метою AGIL є покращення продуктивності, здоров'я, плодючості та економічно важливих ознак молочної худоби шляхом оцінки генетичних переваг та порівняння ме-

тодів управління, щоб Сполучені Штати та інші країни могли задовольнити харчові потреби свого населення. Конкретні цілі включають точність оцінки, доступність, надійність передбачення:

- розширення геномних даних, що використовуються в прогнозуванні, шляхом вибору нових варіантів, які точніше відстежують справжні генні мутації й викликають фенотипові відмінності;

- оцінювати нові ознаки, які можна передбачити при народженні тварини за одним і тим же дешевим зразком ДНК (споріднений тест);

- підвищити ефективність геномного прогнозування та обчислення шляхом розробки швидких алгоритмів, тестування нових коригувань та моделей, а також врахування попереднього геномного відбору в оцінці.

Окрім проведення генетичної і геномної оцінки тварин, AGIL реалізує дослідницькі проекти за такими напрямками:

- підвищення ефективності використання кормів молочними коровами та екологічної стійкості за допомогою геноміки та нових технологій для визначення фізіологічних внесків та можливостей адаптації;

- підвищення точності геномного прогнозування, розробка алгоритмів, вибір маркерів та оцінка нових ознак для покращення молочної худоби;

- включення даних функціональної анотації геному до GWAS (англ. Genome–Wide Association Study-пошуку зв'язків між генетичними варіантами) та геномної селекції великої рогатої худоби;

- характеристика змін метаболізму NAD (англ. Nicotinamide adenine dinucleotide), кофeрмент, який відіграє центральну роль у метаболізмі печінки у молочних корів особливо в період переходу від стану вагітності до лактації;

- якість та цінність тестів імпутування генів (прогнозування відсутніх або негенотипованих генетичних варіантів у вибірці) для всіх тварин;

- дослідницьке практичне навчання для розширення спільних досліджень у геноміці.

Матеріали та методи дослідження. Використано аналітичний та історичний підхід. Приведено оглядову наукову літературу а також результати власних досліджень присвячених системі організації та методології програм відбору в молочному скотарстві. Зроблено прогноз щодо перспектив використання омікс-технологій та актуальних у зв'язку з цим напрямів наукових досліджень.

Відповідь на відбір **-R (multivariate response to selection,)** розраховувалась за формулою (Walsh & Lynch, 2018):

$$\mathbf{R} = \mathbf{G}\mathbf{P}^{-1}\mathbf{s},$$

де **G** – матриця адитивних генетичних дисперсій та коваріанс між ознаками;

P – матриця фенотипових дисперсій та коваріанс між ознаками;

s – вектор селекційних диференціалів.

При розрахунках використовували власно розроблений алгоритм програмного забезпечення, коли при моделюванні відбору за двома ознаками система рівнянь приймає вид:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \end{bmatrix} = \mathbf{G}\mathbf{P}^{-1}\mathbf{s} = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{12} & G_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} \\ P_{12} & P_{22} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \end{bmatrix}$$

де R_1 та R_2 відповіді на відбір першої та другої ознаки;

G_{11} та G_{22} – генетичні дисперсії першої та другої ознаки;

G_{12} – генетична коваріанса між ознаками;

P_{11} та P_{22} – фенотипові дисперсії першої та другої ознаки;

P_{12} – фенотипова коваріанса між ознаками;

S_1 та S_2 – селекційні диференціали першої та другої ознаки.

Тоді відповідь на відбір першої ознаки буде:

$$R_1 = \frac{h^2_1}{(1 - \rho^2_z)} \times \left[S_1 - S_2 \frac{P_{12}}{P_{22}} \right] + \frac{G_{12}(-S_1 P_{12} + S_2 P_{11})}{P_{11} P_{22} (1 - \rho^2_z)}$$

де h^2_1 – коефіцієнт успадкованості першої ознаки.

Результати дослідження. Застосування зазначених новацій в програмах відбору потребує наявності чіткої організаційної структури, яка представлена на (рис. 1), та являється складною для можливого дублювання в інших країнах.

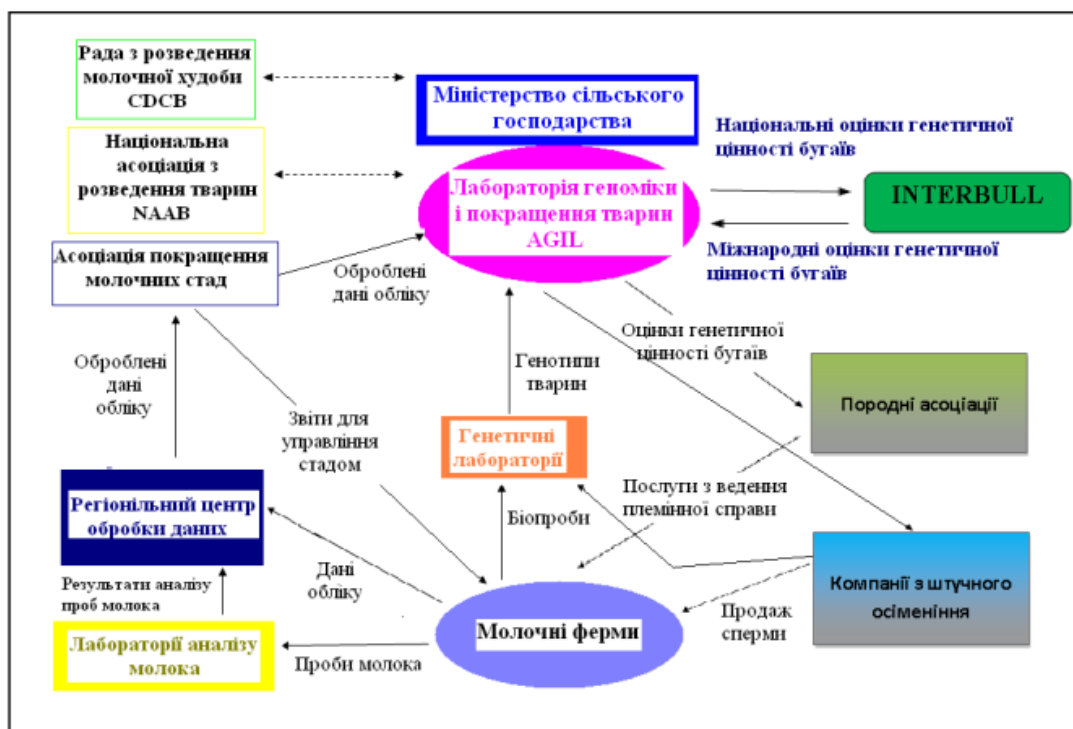


Рис. 1. Схема системної організації селекційної роботи в молочному скотарстві США (Ruban & Danshin, 2019)

На даний момент, у зв'язку з впровадженням у молочному скотарстві ряду країн, у тому числі США, геномної селекції, активну участь у системі селекційної роботи приймають генетичні лабораторії, які відбирають біопроби у тварин після чого проводять їх часткове секвенування з використанням ДНК-мікро чипів (місоатгеу-лабораторний інструмент, який використовується для одночасного аналізу експресії тисяч генів, та передбачає приєднання відомих послідовностей ДНК-зондів до твердої поверхні, наприклад, предметного скла, а потім їх гібридизацію з міченими зразками ДНК або РНК). Отримані результати надходять до лабораторії AGIL, де вони використовуються для розрахунку геномних оцінок племінної цінності.

В разі створення подібної лабораторії покращення молочної худоби в Україні, основними задачами могли б стати:

- збір та первинна обробка даних з молочних ферм за такими показниками: походження тварин, ознаки молочної продуктивності (надій, вміст жиру, білка, лактози та інших показників молока), ознаки відтворення, ознаки здоров'я тварин, продуктивне довголіття;
- здійснення контролю походження тварин з використанням геномної інформації;
- розрахунки генетичних параметрів (компоненти дисперсій і коваріанс, коефіцієнти успадкованості, повторюваності, генетичні кореляції між селекційними ознаками);
- оцінка генетичної (в перспективі геномної) цінності тварин за комплексом економічно важливих ознак;
- розрахунок економічних селекційних індексів;

- надання порад молочним фермам щодо відбору тварин для отримання наступного покоління генетично покращених тварин;
- надання порад молочним фермам щодо підбору при формуванні наступного покоління;
- оцінка результатів міжпородного схрещування;
- проведення досліджень з питань геномної селекції, повногеномних досліджень зв'язків – GWAS (англ. Genome-Wide Association Studies), редагування геному, використання штучного інтелекту, використання Omics-технологій.

З організаційної точки зору це потребує меншого підконтрольного поголів'я, оскільки робота передбачає контроль лише референс -популяції (reference population), або групи тварин (самці, самиці) з підтвердженим походженням, відомою генетичною інформацією (генотипами) та даними про продуктивність (фенотипами), що використовуються для навчання моделей геномного прогнозування. При виконанні таких досліджень використовується Басівський підхід, або статистичні методи, які базуються на теоремі Басса, коли для оновлення ймовірності певної гіпотези, постійно використовують більше даних або існуючих доказів.

Простіше кажучи, це спосіб оновити певні переконання щодо оцінки (в нашому випадку ПЦ) на основі нових даних та доказів. Таким чином ймовірність інтерпретується як обґрунтоване очікування, що представляє стан наших знань, або як кількісна оцінка особистого переконання лише на даний момент часу. Як приклад можна навести еволюційний шлях зміни використання методів оцінки племінної (генетичної) цінності тварин від “Моделі батька (плідника)” до “Геномного BLUP” (табл. 1).

Зазначений математичний апарат охоплює застосування певних моделей та статистичних методів для аналізу, прогнозу та прийняття обґрунтованих рішень щодо стратегій розведення та управління конкретним стадом.

Значний науковий інтерес викликає застосування Omics-технологій у селекції сільськогосподарських тварин, до яких, окрім геноміки, належать також транскриптоміка, протеоміка, метаболоміка, метагеноміка та епігеноміка (Nadeem & Javed, 2022; Chakraborty et al., 2022). Інтенсивного розвитку набувають біотехнологічні методи відтворення, зокрема екстракорпоральне запліднення та використання сперми, розділеної за статтю (Horper, 2021). Зазначені підходи дають змогу здійснювати контроль за генетичною цінністю ембріона вже на ранніх етапах його розвитку. Основними характеристиками Omics-технологій є такі:

- методи транскриптоміки можуть бути використані для порівняння біологічної відповіді на різні умови чи методи лікування або для оцінки фізіологічних реакцій на зовнішні подразники. Секвенування всього транскриптому є найбільш широко використовуваним методом для вивчення функцій РНК, дослідження та аналізу структури та функції генів, а також виявлення внутрішніх зв'язків між експресією генів та життєвими явищами;
- протеоміка дозволяє аналізувати всі білки, включаючи їхні ізоформи, в певній клітині, тканині чи органі в певний час в одному експерименті. Сучасні протеомні інструменти також можуть надавати інформацію про різні ізоформи білків, їх кількісну оцінку та взаємодію між білками. Застосування протеоміки в дослідженнях тваринництва було обмеженим у минулому через її високу вартість та відсутність оптимізованих протоколів для різних типів клітин у різних видів. Тим не менш, з розвитком нових аналітичних методів та обчислювальних інструментів для аналізу протеомних даних, кількість звітів про протеомні дослідження в тваринництві зростає для розуміння стану здоров'я тварин, а також ефективності виробництва та відтворення;
- нова галузь застосування інструментів омїки – це дослідження метаболому. Метаболоміка – це комплексне, якісне та кількісне дослідження всіх малих молекул в організмі. Метаболомічні інструменти все частіше використовуються для генерації неупередженого глобального профілю метаболітів у зразках (тобто, нецільовий аналіз) або для кількісного визначення з високою чутливістю невеликої панелі метаболітів (цільовий аналіз). У молочній

худоби багато потенційних біомаркерів надою та якості молока було виявлено шляхом вивчення метаболізму різних рідин організму;

– метагеноміка – це збір та аналіз генетичного матеріалу (геномів) зі змішаної спільноти організмів. Метагеноміка є галуззю, що становить значний дослідницький інтерес, особливо у жуйних тварин для вивчення мікробних спільнот у рубці та молоці. У метагеноміці інструменти геномного секвенування використовуються для ідентифікації складної структури мікробіоти рубця та її змін у відповідь на раціон годівлі узгоджено з геномом жуйної тварини-хазяїна. Ця мікробіота рубця може впливати на ряд фенотипів у хазяїна, включаючи ефективність використання корму, запальний стан у травному тракті та об'єм виробництва метану в рубці;

– епігеноміка – це ще один розділ омікс-технологій, який займається вивченням епігенетичних змін у клітині. Епігенетичні зміни регулюють експресію генів, не змінюючи фактичну послідовність ДНК. Епігенетичні модифікації можуть бути змінені зовнішніми або внутрішніми факторами навколишнього середовища, такими як раціон годівлі, ліки та хімічні речовини, і можуть змінювати експресію генів та визначати специфічні фенотипи.

1. Перелік основних методів використовуваних в системі оцінки генетичної (плеємної) цінності тварин

Метод	Призначення, стислий опис вхідної інформації
Сімейний селекційний індекс	Оцінка плеємної цінності (ПЦ) тварини на основі власних даних та її родичів (батьків, сибсів, напівсбсів, потомства)
Найкраще лінійне незміщене передбачення – BLUP (англ. Best Linear Unbiased Prediction)	
“Модель батька (плідника)”	Оцінка ПЦ, враховуються родинні зв'язки “батько – нащадок”. При включенні матриці спорідненості між плідниками також враховуються родинні зв'язки “батько – син” і “батько матері – онуки”.
“Модель батька – батька матері”	Оцінка ПЦ, враховуються родинні зв'язки “батько – нащадок” і “батько матері – внучка”, плеємна цінність батька матері. При включенні матриці спорідненості між плідниками також враховуються родинні зв'язки “батько – син” і “батько матері – онук”.
“Модель тварини”	Оцінка ПЦ, враховуються всі родинні зв'язки між тваринами.
“Модель тварини при декількох вимірюваннях ознаки”	Підвищення точності ПЦ за рахунок зменшення залишкової дисперсії
“Модель тварини з включенням материнського ефекту”	Оцінка ПЦ, враховується вплив матері на ознаки потомства
“Модель тварини для декількох ознак”	Оцінка ПЦ, враховуються генетичні і середовищні кореляції між ознаками, за рахунок чого підвищується точність оцінки плеємної цінності тварин по кожній ознаці і можуть бути отримані передбачення плеємних цінностей по відсутнім ознакам.
“Модель тварини з включенням неадитивних ефектів”	Оцінка ПЦ, враховуються адитивні і неадитивні (епістатичні: домінантні, адитивно-адитивні, адитивно-домінантні і т. п.) генетичні ефекти
“Модель тварини для декількох порід”	Оцінка ПЦ, враховуються вплив породи на плеємну цінність тварини, ефект гетерозису, рекомбінаційні втрати і можлива неоднорідність генетичних і середовищних дисперсій і коваріанс в розрізі породних груп.
“Модель тварини з генетичними групами”	Оцінка ПЦ, враховуються генетичні розбіжності між групами
“Модель тварини з випадковими коефіцієнтами регресії”	Оцінка ПЦ, генетична цінність виражається одним або декількома (рівняннями) випадковими коефіцієнтами регресії
“Модель тварини з включенням ефектів окремих маркерів”	Оцінка ПЦ, враховуються ефекти окремих генетичних маркерів
Геномний BLUP	Оцінка ПЦ базується на основі використанні великої кількості генетичних маркерів, які охоплюють весь геном
Допоміжні методи	
Обмежена максимальна правдоподібність–REML (Restricted Maximum Likelihood)	Розрахунки компонент дисперсій і коваріанс для оцінки генетичних параметрів (успадкуваність, повторюваність, генетичні і середовищні кореляції між ознаками).
Економічний селекційний індекс	Розрахунок загальної економічної цінності тварини шляхом комбінування оцінок плеємної цінності за окремими ознаками з урахуванням їх економічних ваг

Реалії сьогодення констатують наступне— загальна чисельність корів в Україні станом на кінець 2024 року склала 1,156 млн. голів, при виробництві 7,2 млн. тон, що характеризує достатньо інтенсивний розвиток цієї галузі незважаючи на військовий стан. Важливою складовою такого бізнесу залишається напрям, який забезпечує формування економічно вигідних тварин за рахунок методів генетичної оцінки молочної худоби та реалізації програм відбору. В таблиці 1 наведений породний склад і показники продуктивності підконтрольного поголів'я, яке склало в межах 9,7% до загальної чисельності корів, що значно менше в порівнянні за аналогічним показником до більшості Європейських країн (табл. 2).

2. Породний склад племінного (підконтрольного) поголів'я в Україні молочних та комбінованих порід великої рогатої худоби

Порода	Поголів'я			Надій, кг	Відсоток, %	
	всього, гол.	у т. ч. корів, гол.	корів до їх загального поголів'я, %		жиру	білка
Айрширська	969	420	0,37	7402	4,00	3,03
Голштинська	175412	51429	45,76	9810	3,84	3,32
Джерсейська	2497	1064	0,95	6004	5,98	4,15
Лебединська	766	329	0,29	6035	4,14	3,31
Симентальська	9200	3563	3,17	7051	4,06	3,32
Українська бура молочна	1299	466	0,41	6995	4,13	3,53
Українська червона молочна	3733	1213	1,08	7310	3,83	3,52
Українська червоно-ряба молочна	32361	11439	10,18	7689	3,82	3,45
Українська чорно-ряба молочна	118599	41094	36,56	8218	3,74	3,22
Червона степова	737	256	0,23	6318	4,19	3,20
Швіцька	3809	1115	0,99	8718	3,95	3,40
Разом	349382	112388*	100	7623	4,19	3,42

Джерело: розроблено авторами на основі Zhukosky et al. (2024)

Ринкові умови українського молочного сектору ставлять жорсткі вимоги до порід, серед яких в останні часи починає домінувати Голштинська порода. Так за аналітичними даними до 68% маточного поголів'я великої рогатої худоби можна віднести до представників цієї породи. Слід зазначити, що дві найбільш чисельні молочні породи – Українська червоно-ряба молочна та Українська чорно-ряба молочна, які були створені в кінці минулого століття за схемами комбінаційного схрещування місцевих порід з частковим використанням Голштинів, в останні часи генетично покращуються переважно за рахунок Голштинських бугаїв, сперма яких завозиться по імпорту з США та країн Європи.

Ринок виробництва молока в Європейських країнах доволі динамічний та розрізняється за спрямуванням програм відбору та чисельності підконтрольного (племінного) поголів'я (табл. 3), що створює додатково потужний та конкурентний для України ринок торгівлі племінними ресурсами (телиці, бугайці).

Більшість представників українського молочного бізнесу обрали північноамериканську модель ведення молочного скотарства (Ruban et al., 2021; Kondratiuk et al., 2024). В умовах існуючої реальності в Україні існує обмеженість підконтрольного поголів'я, та суттєва залежність від дорогого імпорту (сперма, ембріони, телиці).

При цьому залишаються ризики виникнення епізоотичних ситуацій, або ускладнення економічних умов аграрного сектору в Україні, що спонукає будувати власну систему генетичної оцінки.

3. Чисельність та продуктивність молочних корів по країнах Європи за 2022–2023 роки

Країна	Загальне число моло- чних корів	Підконт- рольне поголов'я	Питома вага підконтрольного поголов'я, %	Надій, кг	Вміст жиру в молоці, %	Вміст білка в молоці, %
Австрія	546035	437712	80,2	7918	4,16	3,40
Бельгія	351583	202275	56,8	9606	4,27	3,51
Хорватія	96477	68384	70,1	4975	4,07	3,49
Чехія	352557	339272	96,1	9266	3,89	3,42
Данія	557831	498644	91,1	10571	4,33	3,62
Фінляндія	242017	189148	78,2	9332	4,46	3,56
Франція	3429000	1968566	56,2	7516	–	–
Німеччина	3712815	3251621	87,6	8547	4,12	3,46
Угорщина	173618	177430	100,0	–	3,96	3,48
Ірландія	1643470	25309	100,0	5301	4,30	3,52
Італія	2009834	1407368	70,0	–	–	–
Естонія	83700	81020	96,8	10655	3,90	3,40
Латвія	127803	106175	83,0	7748	–	–
Нідерланди	1576925	1455909	92,3	9346	4,45	3,61
Норвегія	203327	178897	97,7	7955	4,30	3,55
Польща	2203900	807719	38,0	7596	–	–
Португалія	218840	92149	42,1	8643	–	–
Румунія	133438	133438	100,0	7149	3,83	3,45
Сербія	92000	52309	56,9	4576	–	–
Словацька республіка	114410	101392	89,9	8362	3,79	3,37
Швеція	289182	179681	74,2	9747	4,26	3,53
Швейцарія	542927	416068	76,6	6989	4,14	3,36
Великобританія	265801	267322	100,0	8699	4,34	3,38
Україна	115600	112388	9,7	7623	4,19	3,42

Джерело: : розроблено авторами на основі ICAR (2023a; 2023b)

Оцінка племінної цінності бугаїв–плідників і корів в вітчизняному молочному скотарстві за використання “моделі тварни” (Animal Model) методом BLUP (Danish et al., 2017), дала змогу провести визначення селекційно-генетичних параметрів, значення яких свідчать про можливість ведення успішної селекційної роботи як за показниками молочної продуктивності, так і за показниками відтворення й продуктивного довголіття (табл. 4). Результати таких оцінок представлено у вигляді генетичних кореляцій (кореляції між племінними цінностями певних ознак), представлених в таблиці 4.

Така оцінка в цілому свідчать про суттєвий несприятливий зв'язок між молочною продуктивністю та відтворенням корів, тоді як продуктивне довголіття відносно слабо корелює як з молочною продуктивністю, та міжотельним періодом. Отримані дані вказують про необхідність включення показників відтворення та продуктивного довголіття в вітчизняний селекційний індекс, за яким проводять добір бугаїв–плідників.

Важливою тенденцією в сучасному молочному скотарстві є селекція за ефективністю використання корму (Coffey, 2020). Залишкове споживання корму входить до індексу довічної чистої цінності (VanRaden et al., 2021). Асоціація голштинської породи США використовує власний Індекс типу-продуктивності – TPI (англ. Total Performance Index), метою якого є піє підвищення рентабельності поголів'я великої рогатої худоби, який включає ефективність використання корму і базується на оцінках молочної продуктивності, живої маси та залишкового споживання корму.

4. Оцінки генетичних кореляцій між ознаками в розрізі порід

Ознака	Генетична кореляція				
	1	2	3	4	5
Голштинська порода					
1. Надій	1				
2. Молочний жир	0,95	1			
3. Молочний білок	0,75	0,74	1		
4. Міжотельний період	0,30	0,29	0,19	1	
5. Продуктивне довголіття	0,01	0,05	0,06	-0,01	1
Українська чорно-ряба молочна порода					
1. Надій	1				
2. Молочний жир	0,97	1			
3. Молочний білок	0,81	0,80	1		
4. Міжотельний період	0,28	0,25	0,21	1	
5. Продуктивне довголіття	0,05	0,03	0,06	0,02	1
Українська червоно-ряба молочна порода					
1. Надій	1				
2. Молочний жир	0,92	1			
3. Молочний білок	0,77	0,79	1		
4. Міжотельний період	0,31	0,24	0,18	1	
5. Продуктивне довголіття	0,07	0,07	0,08	0,03	1

Джерело: Danshin et al. (2017)

Lidauer et al. (2023) запропонували використовувати для оцінки племінної цінності за ефективністю використання корму, регресію на очікуване споживання корму. Цей показник базується на ідеї регресії фактичного споживання корму на очікуване споживання корму в перерахунку на суху речовину.

Іранські вчені Nadri et al. (2023) дійшли висновку, що включення ефективності використання корму до цілі розведення молочної худоби є бажаним з точки зору підвищення стійкості та прибутковості молочних стад. Дослідження селекційних індексів, які включають ефективність використання корму показало, що це дозволяє отримувати найбільший економічний ефект. При цьому можливе застосування таких індикаторних показників, як деякі ознаки будови тіла корів (вгодованість, молочний тип, тощо).

У ряді досліджень було показано, що ефективність використання корму молочними коровами пов'язане з особливостями їх поведінки (Cavani al., 2022; Nascimento et al., 2024). Khanal et al. (2023) розробили систему геномної оцінки ефективності використання корму телицями через залишкового споживання корму та супутні компоненти (споживання сухої речовини корму, метаболічна жива маса та середньодобові прирости). Середня надійність оцінок племінної цінності телиць за ефективністю використання корму склала 58% у базовій (тренінговій) та 39% у новоствореній (предикторній) популяції. В більшості випадків зазначені дослідження проводились без оцінки генетичних кореляцій між ознаками.

В загальноприйнятому визначенні – ефективність використання корму це кількість отриманого продукту в розрахунку на одиницю споживаного корму. Оскільки на виробництво кормів витрачається більше всього енергетичних ресурсів ціна яких постійно зростає, корми залишаються головною статтею грошових витрат у тваринництві, а покращення конверсії корму у продукцію буде постійним напрямом генетичного покращення практично всіх видів сільськогосподарських тварин (Rauw et al., 2025). Крім того, покращення ефективності використання корму знижує вплив тваринництва на зовнішнє середовище, в тому числі емісію парникових газів. Поживні речовини кормів належать до вуглеводів, ліпідів та протеїнів а їх використання включає підтримуючий обмін, ріст та розвиток, відтворення, рух та інші

функції. Таким чином, ефективність використання корму залежить від процесів, які не завжди безпосередньо пов'язані з економічно важливими фенотипами (Rauw et al., 2025).

З метою оцінки впливу відбору на значення важливих селекційних ознак нами спільно з ініціативою аспірантів кафедри генетики, розведення та біотехнології тварин НУБіП України (М. Л. Зброй, М. Л. Шабаш та В. Ю. Назаренко) проведено розрахунки відповіді на відбір за комплексом ознак, для розуміння, що очікує в майбутньому конкретну породу (стадо).

В якості тестових значень розглядалися фенотипові та генетичні кореляції між досліджуваними ознаками які характерні для голштинської породи (VanRaden et al., 2021) значення яких представлено в табл. 5, 6).

5. Фенотипові кореляції між досліджуваними ознаками по голштинській породі

Ознаки	1	2	3	4	5
1. Надій	1,0				
2. Молочний жир	+0,619	1,0			
3. Молочний білок	+0,901	+0,723	1,0		
4. Залишкове споживання корму	+0,040	+0,030	+0,030	1,0	
5. Жива маса	-0,066	-0,045	-0,055	0,0	1,0

Фенотипові кореляції свідчать про тісний зв'язок між ознаками молочної продуктивності і одночасно про слабкий зв'язок між цими показниками та залишковим споживанням корму і живою масою корів.

6. Генетичні кореляції між досліджуваними ознаками по голштинській породі

Ознаки	1	2	3	4	5
1. Надій	1,0				
2. Молочний жир	+0,399	1,0			
3. Молочний білок	+0,835	+0,591	1,0		
4. Залишкове споживання корму	+0,010	-0,070	+0,080	1,0	
5. Жива маса	-0,131	-0,115	-0,100	+0,143	1,0

Генетичні кореляції більш точно показують слабкий позитивний зв'язок між надоем і кількістю молочного білка і одночасно слабкий негативний зв'язок з залишковим споживанням корму і негативний зв'язок між молочною продуктивністю і живою масою корів. Генетична кореляція між залишковим споживанням корму і живою масою корів є позитивною.

В таблиці 7 наведені результати моделювання генетичних змін досліджуваних ознак при відборі за надоем (надій, кількість молочного жиру та білка, залишкове споживання корму і жива маса) залежно від значень відповідних селекційних диференціалів.

7. Генетичні зміни досліджуваних ознак при відборі за надоем

Ознаки	Селекційний диференціал за надоем, кг					
	30	50	70	100	130	150
Надій, кг	4,6	7,7	10,8	15,4	20,0	23,1
Кількість молочного жиру, кг	0,6	0,9	1,3	1,9	2,4	2,8
Кількість молочного білка, кг	0,7	1,2	1,7	2,5	3,2	3,7
Залишкове споживання корму, кг	-0,003	-0,005	-0,008	-0,010	-0,014	-0,016
Жива маса, кг	0,08	0,13	0,18	0,26	0,33	0,38

В таблиці 8–9 наведені результати моделювання генетичних змін досліджуваних ознак при відборі за кількістю молочного жиру та молочного білка (надій, кількість молочного жиру та білка, залишкове споживання корму і жива маса) залежно від значень відповідних селекційних диференціалів.

8. Генетичні зміни досліджуваних ознак при відборі за кількістю молочного жиру

Ознаки	Селекційний диференціал за кількістю молочного жиру, кг					
	10	20	30	40	50	60
Надій, кг	8,1	16,1	24,2	32,2	40,3	48,4
Кількість молочного жиру, кг	2,1	4,2	6,4	8,5	10,6	12,8
Кількість молочного білка, кг	0,8	1,6	2,3	3,1	3,9	4,7
Залишкове споживання корму, кг	-0,015	-0,031	-0,046	-0,062	-0,077	-0,093
Жива маса, кг	-0,08	-0,15	-0,23	-0,31	-0,38	-0,46

9. Генетичні зміни досліджуваних ознак при відборі за кількістю молочного білка

Ознаки	Селекційний диференціал за кількістю молочного білка, кг					
	10	30	50	70	90	100
Надій, кг	62,0	185,9	309,8	433,8	557,8	619,7
Кількість молочного жиру, кг	4,3	12,8	21,3	29,8	38,4	42,6
Кількість молочного білка, кг	9,0	27,1	45,1	63,1	81,2	90,2
Залишкове споживання корму, кг	-0,047	0,14	0,23	0,32	0,42	0,47
Жива маса, кг	-0,63	-1,9	-3,2	-4,4	-5,7	-6,3

На відміну від надою та кількістю молочного жиру збільшення молочного білка веде до збільшення залишкового споживання корму. Це обумовлено, з одного боку тим, що кількість молочного білка в більшій мірі залежить від генетичних факторів, ніж кількість молочного жиру (Poulsen & Larsen, 2021; Andrewes et al., 2022), а з другого – позитивною генетичною кореляцією (+0,080) між кількістю молочного білка та залишковим споживанням корму.

Співвідношення цін на молоко певного складу та корми постійно впливає на прибутковість ферми. Якщо закупівельні ціни на молоко знижуються, а витрати на корми зростають, прибуток ферми різко скорочується. Великі ферми в Україні з добовим виробництвом 25–50 тон, як правило, укладають довгострокові контракти з стабільною ціною на молоко та окремі види покупного корму, впливаючи на ефективність виробництва через стабільну цінову політику (Ruban et al., 2021). За останні десятиліття витрати на корми коливаються від 40 до 70 відсотків до загальних витрат при виробництві молока.

Таким чином оцінка селекційного напрямку який пов'язаний з ефективністю використання кормових ресурсів залишається основним в молочному скотарстві, оскільки вирішує проблеми економічного та екологічного характеру.

В США за даними VanRaden et al. (2021), окрім залишкового споживання корму (residual feed intake, RFI), який входить до індексу довічної чистої цінності – NM (англ. lifetime net merit), використовують показник економії корму – FSAV (англ. feed saved) на основі оцінок передбаченої передаючої здатності за залишковим споживанням корму і масою тіла, який розраховують як РТА за економією корму (РТА – predicted transmitting ability – передбачена передаюча здатність, яка дорівнює половині плеїнної цінності тварини):

$$PTA_{FSAV} = -1 \cdot PTA_{RFI} - 151,8 \cdot PTA_{BWC}.$$

Для оцінки залишкового споживання корму використовуються дані з експериментальних ферм університетів Вісконсін-Медісон, штатів Мічиган, Айова, Флориди та Лабораторії геноміки та вдосконалення тварин-AGI при Міністерстві сільського господарства США. База даних містить більш ніж 650 000 записів про споживання корму.

В Канаді починаючи з квітня 2021 року почали публікувати офіційні генетичні оцінки за показником ефективності використання корму (Feed Efficiency) для бугаїв голштинської породи (Richardson & Van Doormaal, 2021).

Ефективність використання корму включає три ознаки: 1) споживання сухої речовини корму (DMI) для оцінки споживання корму; 2) метаболічну масу тіла для визначення потреби в енергії для підтримки; 3) надій скорегований на енергію, для врахування рівня стандартної про-

дуктивності. Таким чином, ефективність використання корму є сукупним виразом того, скільки тварина з'їдає корму незалежно від її потреб на підтримку та реалізацію продуктивності.

Спочатку оцінка враховувала лише дані за першу лактацію. Починаючи з публікації генетичних оцінок у грудні 2022 року відносні оцінки племінної цінності включають дані про другу лактацію. Збільшення відносної оцінки племінної цінності на кожні 5 балів зменшує споживання сухої речовини корму у дочок бугая приблизно на 80 кг по першій лактації та на 120 кг по другій лактації. Це відповідає зменшенню споживання корму на 2%.

В Нідерландах компанія CRV (<https://crv4all.com>) щодня збирає дані про споживання корму понад 2000 лактуючих корів на п'яти комерційних молочних фермах. Це дає чотири мільйони записів про споживання корму щороку. CRV поєднує цю інформацію з даними, зібраними від 9000 голландських і фламандських корів, що дозволяє мати велику референтну популяцію корів і отримувати надійні оцінки племінної цінності. Надійність оцінок племінної цінності ефективності використання кормів бугаїв CRV становить 85–90%.

Оцінка племінної цінності бугаїв та корів здійснюється в три етапи (de Jong et al., 2019):

1. Проводиться оцінка племінної цінності за споживанням сухої речовини корму окремо для першої (ПЦ_{ССРК1}), другої (ПЦ_{ССРК2}) і третьої та послідовних лактацій (ПЦ_{ССРК3}). Загальна оцінка племінної цінності за споживанням сухої речовини корму розраховується за формулою:

$$\text{ПЦ}_{\text{ССРК}} = 0,41 \cdot \text{ПЦ}_{\text{ССРК1}} + 0,33 \cdot \text{ПЦ}_{\text{ССРК2}} + 0,26 \cdot \text{ПЦ}_{\text{ССРК3}}$$

2. Розраховується оцінка племінної цінності за економією витрат корму на підтримку (feed saved for maintenance, FSM) у фізичному вимірюванні за формулою:

$$\text{FSM} = ((1000/940) \cdot (5,9 \cdot \text{кг жиру} + 3,0 \cdot \text{кг білка} + 2,43 \cdot \text{кг лактози}) / 301) - \text{ПЦ}_{\text{ССРК}}$$

3. Розраховується оцінка племінної цінності за економією витрат корму на підтримку (saved feed costs for maintenance, SFCM) у грошовому вимірюванні за формулою:

$$\text{SFCM} = 60,20 \text{ євро} \cdot \text{FSM}$$

У квітні 2023 року в компанії CRV ввело FeedExcel – стратегію розведення, яка обіцяє підвищення продуктивності стада на 25% або споживання коровами на 25% менше корму, а також скорочення викидів метану на 25% до 2050 року.

Спільний датсько-фінсько-шведський консорціум NAV (Nordisk Avlsværdi Vurdering – Nordic Cattle Genetic Evaluation), який проводить генетичну оцінку молочної худоби в цих трьох країнах (Aamand, 2024), використовує для оцінки ефективності використання корму показник Saved feed (економія корму), який включає два компоненти: 1) ефективність підтримки (Maintenance efficiency); 2) метаболічну ефективність (Metabolic efficiency).

Ефективність підтримки розраховується на основі даних про живу масу і ознак типу за лінійною шкалою (ріст, глибина тулуба і ширина грудей). Успадковуваність даної ознаки становить 0,58–0,65. Метаболічна ефективність визначається як різниця між фактичним і передбаченим споживанням корму (тобто це залишкове споживання корму).

Дані про споживання корму надходять з міжнародної бази даних “Ефективний геном молочної худоби” (Efficient Dairy Genome Project, EDGP), дослідних господарств Фінляндії і з ферм компанії VikingGenetics, оснащених системою CFIT.

В Норвегії ефективність використання корму виражається показником економії корму FeedSaved™ (norwegianred.com). Норвезькі селекціонери взяли за мету зменшити кількість корму, необхідного для підтримки маси тіла.

Загальна система племінного обліку в норвезькій червоній породі представляє 93% усіх корів в Норвегії. Записи даних про живу масу 1,2 млн. корів забезпечує високу точність при відборі для FeedSaved™.

Розрахунки FeedSaved™ базуються на даних про споживання сухої речовини корму.

Кращі за значеннями FeedSaved™ бугаї-плідники норвезької червоної породи дають менших за розміром помісних дочок порівняно із середньою вагою 700 кг зрілої голштинської корови, що забезпечує збереження витрат кормів, пов'язаних з підтримкою, на рівні 0,28 доларів США на день або економію приблизно 1 кг корму на день (при витратах 0,26 доларів США за 1 кг сухої речовини корму). В середньому корова норвезької червоної породи з'їдає на 0,6 кг

корму менше, ніж корова голштинської породи. В цілому це дає економію біля 101 000 . США на фермі з 1000 корів.

Bakke & Heringstad (2023) провели оцінку генетичних параметрів споживання корму корів норвезької червоної породи. Ціллю було передбачення племінної цінності за споживанням корму лактуючих корів та розрахувати індексні кореляції з ознаками, які входять до індексу загальної цінності (Total Merit index, (TMI). Середнє добове споживання корму було 20,37 кг. Коефіцієнт успадкованості добового споживання корму склав $0,18 \pm 0,04$. Оцінки племінної цінності коливались в межах від -3,32 до 3,65 ($\pm 1,2$). Індексні кореляції були в межах від -0,21 до +0,34, найбільша кореляція була між кількістю молочного протеїну за 305 днів лактації і добовим споживанням корму.

Австралія була першою країною в світі, яка почала використовувати оцінки племінної цінності за ефективністю використання корму в селекції молочної худоби у 2015 р.

Ефективність використання корму виражається показником економії корму (Feed Saved ABV). Метою є отримання тварин, які дають ту саму кількість молока зі зниженими вимогами на підтримку (Bologma et al., 2022).

В Німеччині геномна оцінка молочної худоби за ефективністю використання корму вперше була офіційно опублікована у квітні 2024 року (Abdalla et al., 2024). На момент публікації більш ніж 327000 тижневих фенотипів щодо споживання сухої речовини корму (dry matter intake, DMI), живої маси корів (body weight, BW) та скорегованого на енергію надою (energy-corrected milk, ECM) були отримані від 14774 корів з 6 країн в рамках співробітництва у геномному проєкті здорових корів (the resilient dairy genome project).

Jamrozik & Sullivan (2024) провели порівняння різних визначень залишкового споживання корму. Було запропоновано чотири визначення: фенотипове залишкове споживання корму (pRFI), генетичне залишкове споживання корму (gRFI), постійне середовищне залишкове споживання корму (eRFI) і остаточне залишкове споживання корму (rRFI). Результати показали наявність суттєвих розбіжностей між різними визначеннями залишкового споживання корму та наслідки використання різних визначень для генетичної оцінки та відбору.

Toledo-Alvarado et al. (2024) провели дослідження щодо точності різних селекційних індексів при використанні трансформації Фур'є спектру або складу молока (Fourier-transform mid-infrared (FTIR). Було використано 7793 тижневих записів про 537 генотипованих корів (78,964 SNPs) з інформацією про залишкове споживання корму (residual feed intake, RFI) та даних FTIR. Автори дійшли висновку що непрямий відбір за RFI при використанні FTIR може бути ефективним для бугаїв-плідників, що мають потомків.

James et al. (2024) вказують, що нові індикаторні фенотипи можуть покращити точність оцінки племінної цінності, якщо вони можуть виміряні в декількох стадах. Ціллю дослідження була ідентифікація метаболітів молока пов'язаних зі споживанням корму та ефективністю використання корму, які можуть бути використані як нові індикаторні ознаки. Метаболіти були отримані з трьох джерел та двох груп корів (15% з найвищим RFI і 15% з найнижчим RFI).

Gershoni et al. (2023), комбінуючи повно-геномне секвенування (19 бугаїв) і чіп BovineHD BeadChip (192 корови), ідентифікували мутації в гені FABP4 (хромосома BTA14), які мають значний вплив на залишкове споживання корму у ізраїльських голштинських корів.

Lopes et al. (2024) провели оцінку генетичних параметрів ефективності використання корму, тривалість жуйки та емісії метану у голштинських корів по першій лактації. Оцінки успадкованості склали $0,45 \pm 0,14$ для тривалості жуйки, $0,36 \pm 0,12$ для виробництва метану і $0,15 \pm 0,07$ для ефективності використання корму. Сприятлива негативна генетична кореляція виявлена між тривалістю жуйки і виробництвом метану ($-0,53 \pm 0,24$).

Починаючи з 2007 року в країнах з розвинутим молочним скотарством (Австралія, Ірландія, Нова Зеландія, Франція, Німеччина, Нідерланди, Данія–Швеція–Фінляндія, США, Ка-

нада) почали використовувати геномну селекцію (Simm et al., 2021; Xu, 2022), на основі методу геномного передбачення (Ahmadi & Bartholomé, 2022).

Геномна селекція передбачає наявність так званої референтної (тренінгової) популяції, або групи тварин з відомими фенотипами і генотипами за SNP-маркерами, на основі чого розробляється рівняння передбачення генетичної цінності кожної тварини.

Ruban & Danshin (2023) провели порівняння значення відповіді на відбір за традиційною селекційною програмою та геномною селекцією. Доведено, що за рахунок скорочення генераційних інтервалів на шляхах генетичного покращення такої категорії як «батьки бугаїв», «батьки корів» і «матері бугаїв» за допомогою геномної селекції можна підвищити швидкість генетичного прогресу за надоем від 100,1 кг. до 180,0 кг, тобто на 80%.

Перспективним є використання штучного інтелекту в розведенні молочної худоби, який успішно застосовується для розв'язання широкого кола завдань (Vries et al., 2023; Palma et al., 2025). На сьогодні штучний інтелект достатньо широко використовується в молочному скотарстві для різних цілей (Vries et al., 2023; Neethirajan, 2023). Так Monteiro et al. (2024), використовуючи підхід на основі штучного інтелекту, довели, що склад мікробіому рубця описує значну частину мінливості залишкового споживання корму молочними коровами.

На думку Ноуе et al. (2022) поява штучного інтелекту і розробка сенсорних технологій радикально змінило традиційні сектори економіки, в тому числі в молочному скотарстві.

Точне тваринницьке фермерство (англ. precision livestock farming) з використанням штучного інтелекту та сенсорних технологій пропонує інноваційні рішення в галузі виробництва молока. Ці технології зробили можливими моніторинг в режимі реального часу, та прийняття управлінських рішень на основі даних з покращенням благополуччя тварин та збільшення їх продуктивності (Koutouzidou et al., 2022).

Індивідуальне вимірювання ваги тварин є важливим для оцінки їх здоров'я і продуктивності (Martins et al., 2020), залишається важкою задачею, яка потребує багато часу, при застосуванні звичайних методів. Тому штучний інтелект та сенсорні технології автоматизують індивідуальний облік поведінки корів при годівлі, включаючи час, проведений біля годівниці, частоту годівлі та кількість споживаного корму (Lee & Seo, 2021).

За даними Vries et al. (2023), основними напрямками використання штучного інтелекту в молочному скотарстві є: 1) побудова експертних систем для покращення годівлі, бракування, контролю маститів, індивідуального підбору бугаїв-плідників; 2) огляди літератури по напрямках менеджменту; 3) діагностика захворювань; 4) виявлення корів у стані еструсу та передбачення імовірності успішного осіменіння; 5) передбачення майбутньої молочної продуктивності корів; 6) оцінка індивідуального споживання корму коровами на основі даних про продуктивність, поведінку та метаболічні відхилення; 7) системи добровільного доїння (доїльні роботи).

Нещодавно була розроблена система індивідуального обліку споживання корму коровами на комерційних фермах Cattle Feed InTake (CFIT), в якій штучний інтелект використовується для ідентифікації тварин та визначення кількості споживаного корму (Bloch et al., 2021).

Важливим напрямом є використання техніки редагування геному молочної худоби (Van Eenennaam, 2025), яка дозволяє не тільки підвищувати продуктивність тварин, а й боротися з захворюваннями, в тому числі інфекційними. Нижче наведені приклади такого застосування:

1. вірусна діарея великої рогатої худоби (BVD) є одним із найважливіших захворювань, які впливають на здоров'я та самопочуття великої рогатої худоби у всьому світі. З використанням CRISPR/Cas9 технології і клонування з введенням ядра у соматичну клітину (SCNT), було отримане живе теля з шістьма зміненими амінокислотами в домені зв'язування BVDV бичачого гена CD46. Теля мало різко зменшену сприйнятливості до інфекції, про що свідчать зменшення клінічних ознак і відсутність вірусної інфекції в лейкоцитах (Workman et al., 2023);

2. за Gim et al. (2023) з використанням CRISPR-Cas9 техніки отримали телят з редагованим геном PRNP (стійкість до губчастої енцефалопатії) і молочних телят з редагованими генами MSTN та BLG, дало можливість отримати молоко, яке не викликає алергії;
3. захист від коров'ячий герпесвірус типу 1 (BHV-1), який викликає інфекційний ринотрахеїт у великої рогатої худоби. За даними Dai et al. (2022) за допомогою системи CRISPR/Cas9 отримали лінію великої рогатої худоби стійку до цього вірусу;
4. Yuan et al. (2021) за допомогою системи CRISPR/Cas9 отримали локус ROSA26, ідентифікований як потенційний GSH у великої рогатої худоби для отримання тварин з підвищеною резистентністю до туберкульозу.

Висновки. Значну частину поголів'я молочної худоби в Україні займають тварини Голштинської породи або помісні місцеві породи з умовною питою вагою Голштинів в родоводі до 75–87,5%. Стримуючим фактором в системі селекції при цьому є мала чисельність підконтрольного поголів'я. Подальший шлях організації роботи з вітчизняними та транскордонними породами в Україні необхідно будувати на основі тісної кооперації з закордонними організаціями (університети, наукові центри, генетичні лабораторії та асоціації) використовуючи власну виробничу базу референс популяцій. Світові тренди в системах відбору спрямовані на найближчу перспективу на економії виробничих ресурсів при збереженні добробуту тварин (стан здоров'я, відтворення, продуктивне довголіття), та якості продукції.

Отримані результати з оцінки генетичних кореляцій між ознаками при деяких різницях між вітчизняними породами, в цілому свідчать про суттєвий несприятливий зв'язок між молочною продуктивністю та відтворенням корів, тоді як продуктивне довголіття відносно слабо корелює як з молочною продуктивністю, так і з міжотельним періодом. Передбачення відповіді на відбір за комплексом ознак довело, що збільшення надою та кількості молочного жиру обумовлює зменшення залишкового споживання корму, в той час як збільшення кількості молочного білка навпаки обумовлює збільшення залишкового споживання корму.

До перспективних напрямів в селекції молочної худоби можна з впевненістю віднести геномну селекцію, використання штучного інтелекту та передбачення наслідків різних схем відбору, техніку редагування геному молочної худоби, та застосування Omics-технологій.

REFERENCES

- Ruban, S. Yu., Kudlai, I. M., Klymenko, A. V., Mitiohlo, L. V., Tsentylo, L. V., & Tsybenko, V. H. (2021). *Vyrobnytstvo moloka (vitchyzniani ta svitovi dosvid efektyvnoho vedennia molochnoho skotarstva)* [Milk production (domestic and international experience in effective dairy farming)]. Brovin O. V. [In Ukrainian]. <https://newlibrary.snau.edu.ua/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=122142>
- Kondratiuk, V. M., Ruban, S. Yu., Borshch, O. O., Tsentylo, L. V., Vdovenko, N. M., Hruntkovskyi, M. S., Rosamakha, Yu. O., & Zhuravel, M. P. (2024). *Modernizatsiia ferm z vyrobnytstva moloka (inzhynerinh, hodivlia, henomne peredbachennia)* [Modernization of dairy farms (engineering, feeding, genomic prediction)]. O. V. Yamchynskyi. [In Ukrainian]. <https://dglb.nubip.edu.ua/items/8e84804d-50e0-4064-a180-5135e70bcde6>
- Aamand, G. P. (2024). *NAV official genetic evaluation of Dairy Cattle – data and genetic models*. <https://nordicebv.info/wp-content/uploads/2024/02/NAV-routine-genetic-evaluation-feb-2024.pdf>
- Abdalla, E., Polman, L., Rensing, S., Liu, Z., Alkhoder, H., Reents, R., & Heise, J. (2024). Breeding for feed efficiency in German Holsteins: the new RZFeedEfficiency. *Interbull bulletin*, 60 : Proceedings of the 2024 Interbull Meeting, 47–53. <https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/view/1942/1926>
- Ahmadi, N., & Bartholomé, J. (2022). *Genomic Prediction of Complex Traits. Methods and Protocols*. Humana press. DOI: 10.1007/978-1-0716-2205-6
- Andrewes, P., Halroyd, E. S., Gill, B., Johson, R., Lewis, A., MacKenzie, A., & Vyssotski, M. (2022). Optimising milk composition and quality. In P. T. Huppertz, T. Vasiljevic (Eds.), *Under-*

- standing and improving the functional and nutritional properties of milk*. Burleigh Dodds Series in Agricultural science, 114, 473–730. <https://shop.bdsublishing.com>.
- Bakke, K. A., & Heringstad, B. (2023). Breeding Values for Daily Dry Matter Intake in Norwegian Red Dairy Cows and Correlation to Other Traits. *Interbull Bulletin*, 59, 89–94. <https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/view/1882/1908>
- Bloch, V., Levit, H., & Halachmi, I. (2021). Design a system for measuring individual cow feed intake in commercial dairies. *Animal*, 15, 100277. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100277>.
- Bolormaa, S., MacLeod, I. M., Khansefid, M., Marett, L. C., Wales, W. J., Nieuwhof, G. J., Baes, C. F., Schenkel, F. S., Goddard, M. E., & Pryce, J. E. (2022). Evaluation of updated Feed Saved breeding values developed in Australian Holstein dairy cattle. *Journal of dairy science Communications*, 3 (2), 114–119. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0150>
- Chakraborty, D., Sharma, N., Kour, S., Sodhi, S. S., Gupta, M. K., Lee, S. J., & Son, Y. O. (2022). Applications of Omics Technology for Livestock Selection and Improvement. *Frontiers in Genetics*, 13, 774113. doi: 10.3389/fgene.2022.774113
- Coffey, M. (2020). Advances in dairy cattle breeding to incorporate feed conversion efficiency in national genetic evaluations. In J. van der Werf and J. Pryce (Eds.), *Advances in breeding of dairy cattle*. Burleigh Dodds Science Publishing Limited. <http://dx.doi.org/10.19103/AS.2019.0058.11>
- Dai, H., Wu, J., Yang, H., Guo, Y., Di, H., Gao, M., & Wang, J. (2022). Construction of BHV-1 UL41 Defective Virus Using the CRISPR/Cas9 System and Analysis of Viral Replication Properties. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12, 942987. doi: 10.3389/fcimb.2022.942987
- Danshin, V. O., Ruban, S. Y., & Afanasenko, V. Y. (2017). Evaluation of breeding values of sires and cows in dairy breeds. *The Animal Biology*, 19 (1), 44–53. [In Ukrainian]. <http://dx.doi.org/10.15407/animbiol19.01.044>
- De Vries, A., Bliznyuk, N., & Pinedo, P. (2023). Invited Review: Examples and opportunities for artificial intelligence (AI) in dairy farms. *Applied Animal Science*, 39, 14–22. <https://doi.org/10.15232/aas.2022-02345>
- Gershoni, M., Shirak, A., Ben-Meir, Y., Shabtay, A., Cohen-Zinder, M., & Seroussi, E. (2023). Re-Evaluation of Genotyping Methodologies in Cattle: The Proficiency of Imputation. *Genes*, 14 (3), 547. <https://doi.org/10.3390/genes14030547>
- Gim, G. M., Eom, K. H., Kwon, D. H., Jung, D. J., Kim, D. H., Yi, J. K., Ha, J. J., Lee, J. H., Lee, S. B., Son, W. J., Yum, S. Y., Lee, W. W., & Jang, G. (2023). Generation of double knock-out cattle via CRISPR-Cas9 ribonucleoprotein (RNP) electroporation. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 14, 103. <https://doi.org/10.1186/s40104-023-00902-8>.
- Hopper, R. M. (2021). *Bovine Reproduction*. John Wiley & Sons, Inc. <https://vetbooks.ir/bovine-reproduction-2nd-edition/>
- Hoque, M., Mondal, S., & Adusumilli, S. (2022). Sustainable Livestock Production and Food Security. In *Emerging Issues in Climate Smart Livestock Production*. Academic Press: Cambridge, MA, USA, 71–90. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822265-2.00011-9>
- ICAR. *Annual report 2022–2023*. <https://www.icar.org>
- James, L. M., Mayes, M. S., Siberski-Cooper, C. J., Breitzman, M. W., Vandehaar, M. J., & Koltes, J. E. (2024). Association of milk metabolites with feed intake and traits impacting feed efficiency in lactating Holstein dairy cows. *Frontiers in animal science*, 5, 1393996. doi: 10.3389/fanim.2024.1393996
- Jamrozik, J., & Sullivan, P. G. (2024). Alternative Residual Feed Intake (RFI) expressions. *Interbull Bulletin*, 60, 54–61 <https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/view/1933/1927>
- Jong, G. de, Schopen, G. C. B., Bouwmeester-Vosman, J. J., Linde, C. van der, Haas, Y. de, & Veerkamp, R. F. (2019). Feed intake genetic evaluation: Progress and an index for saved feed cost. *Interbull bulletin*, 55 : Interbull meeting, 1–4. <https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/view/171>

- Khanal, P., Johnson, J., Gouveia, G., Ross, P., & Deeb, N. (2023). Genomic evaluation of feed efficiency in US Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 106, 6986–6994. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23258>
- Koutouzidou, G., Ragkos, A., & Melfou, K. (2022). Evolution of the Structure and Economic Management of the Dairy Cow Sector. *Sustainability*, 14 (18), 11602. <https://doi.org/10.3390/su141811602>
- Lee, M., & Seo, S. (2021). Wearable wireless biosensor technology for monitoring cattle: A review. *Animals*, 11, 2779. <https://doi.org/10.3390/ani11102779>
- Lidauer, M. H., Negussie, E., Mantysaari, E. A., Mantysaari, P., Kajava, S., Kokkonen, T., Chegini, A., & Mentio, T. (2023). Estimating breeding values for feed efficiency in dairy cattle by regression on expected feed intake. *Animal*, 17, 100917. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100917>
- Lopes, L. S. F., Schenkel, F. S., Houlahan, K., Rochus, C. M., Oliveira, Jr. G. A., Oliveira, H. R., Miglior, F., Alcantara, L. M., Tulpan, D., & Baes, C. F. (2024). Estimates of genetic parameters for rumination time, feed efficiency, and methane production traits in first-lactation Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 107, 4704–4713. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23751>
- Martins, B. M., Mendes, A. L. C., Silva, L. F., Moreira, T. R., Costa, J. H. C., Rotta, P. P., Chizzotti, M. L., & Marcondes, M. I. (2020). Estimating Body Weight, Body Condition Score, and Type Traits in Dairy Cows Using Three Dimensional Cameras and Manual Body Measurements. *Livest. Sci.*, 236, 104054. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020/104054>
- Monteiro, H. F., Figueiredo, C. C., Mion, B., Santos, J. E. P., Bisinotto, R. S., Peñagaricano, F., Ribeiro, E. S., Marinho, M. N., Zimpel, R., da Silva, A. C., Oyebade, A., Lobo, R. R., Coelho, W. M., Peixoto, P. M. G., Marin, M. B. U., Umaña-Sedó, S. G., Rojas, T. D. G., Elvir-Hernandez, Flávio, M., Schenkel, S., Weimer, B. C., Brown, C. T., Kebreab, E., & Lima, F. S. (2024). An artificial intelligence approach of feature engineering and ensemble methods depicts the rumen microbiome contribution to feed efficiency in dairy cows. *Animal Microbiome*, 6, 5. <https://doi.org/10.1186/s42523-024-00289-5>
- Nadeem, A., & Javed, M. (2022). *Omics for Animal Sciences. Principles and Approaches*. Nova Science Publishers. <https://doi.org/10.52305/PCIP7813>
- Nadri, S., Sadeghi-Sefidmazgi, A., Zamani, P., Ghorbani, G. R., & Toghiani, S. (2023). Implementation of Feed Efficiency in Iranian Holstein Breeding Program. *Animals*, 13, 1216. <https://doi.org/10.3390/ani13071216>
- Nascimento, B. M., Cavani, L., Caputo, M. J., Marinho, M. N., Borchers, M. R., Wallace, R. L., Santos, J. E. P., White, H. M., Penagaricano, F., & Weigel, K. (2024). Genetic relationships between behavioral traits and feed efficiency traits in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 107, 8141–8149. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24526>
- Neethirajan, S. (2023). Artificial Intelligence and Sensor Technologies in Dairy Livestock Export: Charting a Digital Transformation. *Sensors*, 23, 7045. <https://doi.org/10.3390/s23167045>
- Palma, O., Plà-Aragónés, L. M., Mac Cawley, A., & Albornoz, V. M. (2025). AI and Data Analytics in the Dairy Farms: A Scoping Review. *Animals*, 15 (9), 1291. <https://doi.org/10.3390/ani15091291>
- Poulsen, N. A., & Larsen, L. B. (2021). *Genetic factors affecting the composition and quality of cow's milk*. Burleigh Dodds Series in Agricultural science. <http://dx.doi.org/10.19103/AS.2022.0099.15>
- Rauw, W. M., Baumgard, L. H., & Dekkers, J. C. M. (2025). Review: Feed efficiency and metabolic flexibility in livestock. *Animal*, 19 (1), 191376. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101376>
- Richardson, C., & Van Doormaal, B. (2021). *Introducing Feed Efficiency*. Lactanet publication.
- Ruban, S. Y., & Danshin, V. O. (2019). *Modern methods of animal breeding*. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. [In Ukrainian].

- Ruban, S., & Danshin, V. (2023). Perspectives for the use of genomic selection for genetic improvement of dairy cattle in Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 27 (1), 20–29. [In Ukrainian] DOI 10.56407/bs.agrarian/1.2023.20
- Simm, G., Pollott, G., Mrode, R., Houston, R., & Marshall, K. (2021). *Genetic Improvement of Farmed Animals*. CABI.
- Toledo-Alvarado, H. O., Tempelman, R. J., Lopez-Cruz, M., VandeHaar, M. J., Santos, J. E. P., Peñagaricano, F., Khanal, P., & Campos, G. de los. (2024). Selection indexes for residual feed intake derived from milk spectra. *Journal of dairy science*, 107, 11164–11179. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24425>
- Van Eenennaam, A. L. (2025). Current and future uses of genetic improvement technologies in livestock breeding programs. *Animal Frontiers*, 15 (1), 80–90. <https://doi.org/10.1093/af/vfae042>
- VanRaden, P. M., Cole, J., & Parker Gaddis, K. L. (2021). Net merit as a Measure of Lifetime Profit: 2021 Revision. AIP RESEARCH REPORT NM\$8 (05-21). https://www.ars.usgov/ARSTUserFiles/80420530/Publications/ARR/nmcalc-2021_ARR-NM8.pdf
- Walsh, B., & Lynch, M. (2018). *Evolution and Selection of Quantitative Traits*. Oxford university press.
- Workman, A. M., Heatona, M. P., Vander Leyb, B. L., Webster, D. A., Sherry, L., Bostrom, J. R., Larson, S., Kalbfleisch, T. S., Harhaya, G. P., Jobman, E. E., Carlson, D. F., & Sonstegard, T. S. (2023). First gene-edited calf with reduced susceptibility to a major viral pathogen. *PNAS Nexus*, 2, 1–14. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad125>
- Xu, S. (2022). *Quantitative genetics*. Springer.
- Yuan, M., Zhang, J., Gao, Y., Yuan, Z., Zhu, Z., Wei, Y., Wu, T., Han J., & Zhang, Y. (2021). HMEJ-based safe-harbor genome editing enables efficient generation of cattle with increased resistance to tuberculosis. *J. Biol. Chem.*, 296, 100497. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2021.100497>
- Zhukosky, O. M., Romanova, O. V., Mykhailenko, N. G., Pryima, S. V., & Basovsky, D. M. (2024). State register of breeding subjects in livestock breeding for 2023, 2. [In Ukrainian]. <https://iabg.org.ua/images/catalog/II%20%20tom%202023%20rik.pdf>
<https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-barc/beltsville-agricultural-research-center/agil>

Одержано редколегією 26.06.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 543.61:612.2-3:616-008.842/.848

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.21>

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ СКЛАДОВИХ МАТКОВО-ВАГІНАЛЬНОГО СЛИЗУ УМОВНО ЗДОРОВИХ І ХВОРИХ КОРІВ

О. І. СТАДНИЦЬКА*

*Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН (Оброшине, Україна)**<https://orsid.org/0000-0001-6574-4068> – О. І. Стадницька**stadnytskaolha@ukr.net*

Візуальне оцінювання фізичних параметрів матково-вагінального слизу (МВС) дослідних корів (хворі на запалення шийки і матки), середній показник об'єму якого в 1,4 разу менший ніж контрольних (умовно здорові), показало, що відібрані зразки залежно від ступеня розвитку патологічного процесу, під час першої – третьої доби тички мають молочно-білий (33%) і сіро-жовто-зелений (25%) колір. Містять домішки крові та гною (42%). Його густина у таких корів – дуже рідка. Але зразки 80% тварин контрольної групи – прозороскіяні; 20% – світло-сірі без сторонніх домішок. Густина і текучість – високі. Виявлені відмінності можуть бути причиною того, що відсоток запліднення хворих корів після їх першого осіменіння в 1,79 разу менший ніж умовно здорових (42 проти 75%). Різницю маси тіла народжених телят (27 проти 30 кг) відповідно означено як $p < 0,05$.

Гравіметричний кількісний і якісний аналіз розподілу вмісту H_2O та органічних (ОР) і неорганічних (НР) речовин сухого залишку (СЗ) МВС хворих корів щодо контрольних показав, що абсолютні показники кількості цих компонентів не зазнають вірогідних змін. Однак різниця їх відносних значень становить 99,9% ($p < 0,001$).

Визначена масова частка легкозаймистих (ОР₁) і термостійких органічних (ОР₂) та термостійких і нерозчинених дистильованою водою неорганічних речовин (НР) СЗ показала, що вона в 1,6 разу (49 проти 30%) більша від вмісту речовин групи ОР₁, які згоріли на відкритому вогні газового пальника за низьких параметрів температури (520–530°C), але в 1,6 разів (37 проти 58%) менша від кількості складових групи НР хворих корів проти умовно здорових. Масова частка речовин групи ОР₂, які згоріли у муфелі за 650°C, у контрольних і дослідних тварин – співпадають, що в середньому становить 12%, відповідно.

Співвідношення вмісту H_2O та ОР і НР у зразках умовно здорових корів становлять: $H_2O:OP_2$ (492:1) > $H_2O:OP_1$ (205:1) > $H_2O:HP$ (107:1); хворих – $H_2O:OP_2$ (287:1) > $H_2O:OP_1$ (85:1) > $H_2O:HP$ (112:1). Порошкоподібні зразки СЗ МВС містять менше легкозаймистих (8,2 проти 6,9:1) і термостійких (3,3 проти 2,0:1) ОР і більше термостійких ОР ніж термостійких НР.

Досліджені зміни фізичних ознак, об'єму виділеного слизу та співвідношень вмісту складових (H_2O , ОР, НР) дозволяють припустити, що виявлені відмінності маси народжених телят можуть бути наслідком тривалого шкідливого впливу продуктів запалень на інтенсивність процесів синтезу ОР і НР.

Ключові слова: корови, матково-вагінальний слиз, вода, органічні й неорганічні речовини

FEATURES OF HOMEOSTASIS OF THE MASS COMPONENTS OF UTEROVAGINAL MUCUS CONDITIONALLY HEALTHY AND SICK COWS

О. І. Stadnytska

© О. І. СТАДНИЦЬКА, 2025

Розведення і генетика тварин. 2025. Вип.

Примітка. *Керівник завдання 31.03.00.04.Ф «Дослідження особливостей гомеостазу органічної й неорганічної складової навколоплідної рідини у корів та його зв'язок зі станом фізичних ознак тіла новонародженого плоду», ДР № 012U100404 – к. б. н., ст. наук. сп. В. М. Максим'юк. Автор ідеї та схеми експерименту – д. б. н., професор Г. В. Максимюк

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS (Obroshyne)

Visual assessment of the physical parameters of the uterine-vaginal mucus (UVM) of experimental cows (with inflammation of the cervix and uterus), the average volume of which is 1.4 times less than that of the control (conditionally healthy), showed that the selected samples, depending on the degree of development of the pathological process, during the first – third day of estrus have a milky-white (33%) and gray-yellow-green (25%) color. They contain impurities of blood and pus (42%). Its density in such cows is very rare. But the samples of 80% of the animals of the control group are transparent-glassy; 20% are light gray without impurities. The density and fluidity are high. The differences found may be the reason that the percentage of fertilization of sick cows after their first insemination is 1.79 times less than that of conditionally healthy cows (42 versus 75%). The difference in body weight of born calves (27 kg versus 30 kg) is respectively defined as $p < 0.05$.

Gravimetric quantitative and qualitative analysis of the distribution of H_2O content and organic (OS) and inorganic (IS) substances of dry residue (DR) of the UM of sick cows compared to control cows showed that the absolute indicators of the amount of these components do not undergo significant changes. However, the difference in their relative values is 99.9% ($p < 0.001$).

The determined mass fraction of flammable (OS_1) and heat-resistant organic (OS_2) and heat-resistant and insoluble in distilled water inorganic substances (IS) of the DR showed that it is 1.6 times (49 versus 30%) greater than the content of substances of the OS_1 group, which were burned on an open flame of a gas burner at low temperature (520–530°C), but 1.6 times (37 versus 58%) less than the number of components of the IS group in sick cows versus conditionally healthy ones. The mass fraction of substances of the OS_2 group, which were burned in a muffle at 650°C, in control and experimental animals coincide, which is on average 12%, respectively.

The ratio of the content of H_2O , OS and IS in samples of conditionally healthy cows is: $H_2O:OS_2$ (492:1) > $H_2O:OS_1$ (205:1) > $H_2O:IS$ (107:1); in sick cows – $H_2O:OS_2$ (287:1) > $H_2O:OS_1$ (85:1) > $H_2O:IS$ (112:1). Powdered samples of the DR of UVM contain less flammable (8.2 versus 6.9:1) and heat-resistant (3.3 versus 2.0:1) OS and more heat-resistant OS than heat-resistant IS. The studied changes in physical characteristics, the volume of secreted mucus and the ratios of the content of the components (H_2O , OS, IS) suggest that the detected differences in the mass of born calves may be a consequence of the long-term harmful effect of inflammation products on the intensity of the processes of synthesis of OS and IS.

Keywords: cows, utero-vaginal mucus, water, organic and inorganic substances

Вступ. Сучасний стан знань щодо особливостей шкідливого впливу екзогенних (*умови етапів технології заморожування сперми*) (Maksymiuk et al., 2021; Sedilo et al., 2015; Vigodner et al., 2011) та ендогенних (*продукти запалень тканин статевих органів*) чинників (Agbugba et al., 2020; Kropp et al., 2014) не дає однозначної відповіді, щодо ступеня захисного впливу окремо взятих складових секретів і тканин статевих органів самців і самок на структуру й функції спермій та яйцеклітин.

Разом з тим, відомо, що навіть незначна зміна рівноважного стану концентрації розчинених водою солей лужних металів (*або дельти (Δ) змін концентрації Ca^{2+} , K^+ , Na^+*), при збереженості структури і функцій спермій, може вибірково знижувати відсоток запліднень яйцеклітин корів після їх першого осіменіння. Низькі (16–25 мМ), й високі (46–70 мМ) концентрації K^+ в свіжоотриманій та розмороженій спермі і понижена дією екстремальних умов технології заморожування сперми (ТЗС) стійкість цитоплазматичної мембрани й акросоми спермій асоціюються з низькою заплідненістю (50–65%); середні (26–45 мМ) – з високою (65–75%). До того ж корови, які запліднені нативною чи розмороженою спермою з високою концентрацією K^+ , чомусь народжують телят із вищими показниками маси й тілобудови (Maksymiuk et al., 2021).

З іншого боку слід мати на увазі, що продукти запалень, концентрація і маса яких збільшується в тканинах статевих органів хворих тварин під час вагітності (*здебільшого шийки і*

матки) із-за посилення секреції, – гальмують процеси органогенезу (*ріст і розвиток*) утвореного ембріона і плоду (Afanasiiva et al., 2007; Essawi et al., 2020; McCarthy et al., 2022).

Враховуючи вищенаведене, була поставлена задача дослідити фізичні та хімічні параметри зразків МВС (*забарвлення, густина, текучість, об'єм (см³), маса (г, мг) H₂O*), абсолютний та відносний вміст у сухих залишках органічних легкозаймистих (*OP₁*), термостійких (*OP₂*) і нерозчинених водою неорганічних речовин (*HP*)) умовно здорових і хворих корів, які запліднилися після першого осіменіння, та використати отримані дані для встановлення шкідливого впливу продуктів запалень статевих органів на параметри маси тіла (*к₂*) новонароджених телят.

Матеріали і методи досліджень. З поголів'я корів української чорно-рябої (*голіштинізованої*) породи 3–9 річного віку, впродовж парувального сезону (*квітень–червень місяць 2021 р.*) від 33-х тварин після виявлення ознак охоти (*поведінкове збудження, набухання зовнішніх статевих органів, виділення слизу*) у першу – третю (*1–72 год*) добу тічки, відбирали зразки МВС (Kartashov et al., 1991).

Відібрані зразки МВС (*n = 24*) візуально оцінювали за кольором, густиною, текучістю та наявністю у них сторонніх домішок (*пластини сіро-білого забарвлення, кров, гній*). Якщо колір зразків був прозоро-скляним і не виходив за межу світло-сірого забарвлення; густина – в'язкою, текучість – збільшена, то тварин, від яких отримували ці зразки, відносили у першу групу умовно здорових корів (*n = 12*). Вважали, що за цих обставин запальні процеси тканин піхви і матки не є різко вираженими. До другої групи відносили тварин (*n = 12*), кольорова гама МВС яких мала молочно-біле, сіро-жовте або сіро-зелене забарвлення з домішками сіро-білих згустків (*пластин*), гною та/або крові. Густина слизу – дуже рідкою.

1. Ознаки матково-вагінального слизу, на підставі прояву яких тварин відносили до контрольної і дослідної груп

Групи тварин						
К-ть т-н	контрольна			дослідна		
	колір (забарвлення)	густина, теку- чість	домішки	колір (забарвлення)	густина, теку- чість	домішки
1	від прозоро- скляного до світло- сірого	в'язка (дуже текуча)	без домішок	молочно-білий, сіро-білий	рідка (мало текуча)	сіро-білі згус- тки (пластини)
2						
3						
4						
5				сіро-жовто- зелений		гній
6						
7						
8						
9				червоний		кров
10						
11						
12						

Абсолютний (*г, мг*) і відносний (%) вміст складових (*H₂O, OP, HP*) та співвідношень їх маси (*Im:1, Ic:1*) у досліджених нативних зразках слизу та його сухому залишку (*C3*) визначали відповідно до опублікованих нами методик (Maksymiuk, 2011; Maksymiuk, 2013). Особливості розподілу маси H₂O, OP і HP у системах типу «дистильована вода – речовина» та їх реакцію на дію продуктів запальних процесів оцінювали дельтою (*Δ*) змін індексу співвідношень маси. Осіменіння корів відбувалось природнім паруванням (Kartashov et al., 1991). Маса тіла телят визначали одразу ж після народження зважуванням за допомогою товарних механічних ваг ВП 150-Ш13. Аналіз результатів досліджень здійснювали за допомогою біо-

метричних показників (Sopin et al., 1975; Sharaf et al., 1986) комп'ютерної програми Microsoft Excel. Дослідження виконували в три етапи.

Результати досліджень

1. Під час першого етапу досліджень від наявного в господарстві поголів'я тварин у першу– третю добу тічки з піхви відібрали зразки МВС. З них 12 корів зарахували до групи умовно здорових (*контроль*) і 12 – до хворих (*дослід*). У таблиці 2 наведено частота виявлення ознак в зразках МВС та показники відтворення тварин.

2. Об'єм і ознаки матково-вагінального слизу та кількість і відсоток запліднених корів після їх першого осіменіння

Показ- ники	Показники об'єму і ознаки МВС			Кількість (n) і відсоток (%) запліднених корів	Маса тіла народжених телят (кг)
	об'єм (см ³)	колір (забарвлення)	густина (консистенція)		
1. Контроль (n = 12)					(n = 4)
M ± m	20,20 ± 2,76	Від прозорого скляного (80%) до світло-сірого (20%). Без домішок крові і гною	В'язка, (дуже текуча)	n = 9 (75%)	30,35 ± 1,35
Cv	43,21				8,87
lim	10–40				28–33
2. Дослід (n = 12)					(n = 3)
M ± m	14,12 ± 2,58	Від молочно-білого (33%) до сіро-жовто-зеленого (25%). 3 домішками крові і гною (42%).	Рідка (мало текуча)	n = 5 (42%)	26,57 ± 0,55
Cv	36,60				3,62
lim	8–21				26–28
p	> 0,2				< 0,05

Встановили, що 80% зразків МВС корів контрольної групи мали прозоро-скляне і лише 20% – світло-сіре забарвлення. Густина була дуже в'язкою, текучість високою. Залежно від домішок гною і крові забарвлення слизу дослідних тварин було молочно-білим, сіро-жовто-зеленим і червоним. Частка зразків одержаного забарвлення становила 33, 25 і 42%, відповідно. Густина усіх зразків була рідкою, текучість низькою. Відсоток запліднення після першого осіменіння тварин дослідної групи був в 1,79 разу менший за показник контрольних. Слід також зауважити, що за незалежними обставинами, не зважаючи на встановлення вагітності у 9-и корів контрольної групи лише від 4-х отримали 2-х бугайців і 2-х теличок; у дослідній – одного бугайця і 2-х теличок. Ліміти маси тіла телят при народженні становили 28–33 у контрольній групі і 26–28 кг у дослідній. Вірогідність зниження маси тіла телят за шкідливого впливу продуктів запалень шийки і матки корів становила 95% ($p < 0,05$). Цілком можливо, що визначений нами результат зумовлений занадто малим числом отриманих і досліджених телят.

2. На другому етапі визначали особливості розподілу абсолютних (г) та відносних (%) показників маси H₂O і СЗ у відібраних зразках МВС (табл. 3) та ОР і НР у СЗ (табл. 4). Результати статистичного аналізу абсолютних показників маси випаруваної H₂O та суми мас ОР і НР у висушених впродовж трьох діб за 105°C порошкоподібних зразках СЗ свідчать, що вірогідність різниці мас складових між контрольними і дослідними тваринами становить 91 ($p > 0,2$) і 89% ($p > 0,5$), відповідно (табл. 3).

Але, якщо абсолютні показники маси складових виразити відносними, то вірогідність змін вмісту H₂O і складових СЗ МВС становить 99,9% ($p < 0,001$). Виявлена метаморфоза наводить на думку, що неоднаковий результат зумовлений різною шириною мінімальних і максимальних показників. Отриману різницю підтверджують також різні коефіцієнти варіації (Cv) лімітів між їх абсолютними й відносних показниками.

3. Маса і вміст складових нативних зразків матково-вагінального слизу

Показники	Показники маси складових МВС			
	абсолютні, г		відносні, %	
	H ₂ O	C3	H ₂ O	C3
контроль (<i>n</i> = 12)				
<i>M</i> ± <i>m</i>	20,01 ± 3,05	0,3344 ± 0,06	98,40 ± 0,08	1,60 ± 0,08
<i>Cv</i>	48,17	61,31	0,26	15,85
<i>lim</i>	9–42	0,1–0,8	98–99	1,2–1,9
дослід (<i>n</i> = 12)				
<i>M</i> ± <i>m</i>	13,45 ± 2,55	0,3253 ± 0,06	97,64 ± 0,07	2,36 ± 0,07
<i>Cv</i>	37,99	38,77	5,35	6,25
<i>lim</i>	8–20	0,2–0,5	97–98	2–3
<i>p</i>	> 0,2	> 0,5	< 0,001	< 0,001

Визначений розподіл маси абсолютних показників C3 порошкоподібних контрольних зразків (табл. 4), які спалили за низької й високої температур, свідчить, що для їх НР і ОР характерний ряд у якому маса золи НР в 1,9 разу більша від легкозаймистих речовин групи ОР₁, тоді як легкозаймистих – в 2,5 разу більша від термостійких групи ОР₂.

4. Маса і вміст складових сухого залишку матково-вагінального слизу

Показники	Маса СЗ	Показники маси складових СЗ			Відсотки вмісту складових, %
		НР	ОР ₁	ОР ₂	
Абсолютні показники порошкоподібних зразків контрольної групи, г					
M ± m	0,3344 ± 0,6	0,1935±0,04	0,1006 ± 0,02	0,0403 ± 0,01	1,60 ± 0,08
Cv	61,31	59,93	76,90	76,22	15,85
lim	0,1–0,8	0,07–0,42	0,04–0,30	0,02–0,10	1,2–1,9
Абсолютні показники порошкоподібних зразків дослідної групи, г					
M ± m	0,3253 ± 0,06	0,1209 ± 0,02	0,1582 ± 0,03	0,0462± 0,02	2,36 ± 0,07
Cv	38,77	40,67	40,59	48,09	6,25
lim	0,2–0,5	0,07–0,20	0,1–0,2	0,03–0,08	2–3
*P _{а:а}	> 0,2	< 0,001	> 0,2	< 0,02	< 0,001
Відносні показники порошкоподібних зразків контрольної групи, %					
M ± m	0,3344, г	57,86 ± 4,93	30,08 ± 4,22	12,05 ± 1,27	99,99 %
Cv		30,19	37,41	31,65	
lim		33–73	21–58	8–18	
Відносні показники порошкоподібних зразків дослідної групи, %					
M ± m	0,3253, г	37,17 ± 1,39	48,63 ± 3,41	12,39 ± 2,04	100,00 %
Cv		7,47	14,11	28,14	
lim		33–39	44–59	8–18	
*P _{в:в}		< 0,05	< 0,05	< 0,001	

Примітка. *Вірогідність різниці між абсолютними (маса) і відносними (вміст) показниками МВС корів контрольної й дослідної груп.

Порядок розміщення показників маси складових C3 дослідних зразків виявився цілком інакшим, а саме: показники маси НР < ОР₁, але ОР₁ > ОР₂. Це означає, що наслідком шкідливої дії продуктів запалень шийки і матки корів є високо вірогідне зменшення маси складових у групі НР (*p* < 0,001), невірогідне збільшення у групі ОР₁ (*P* > 0,2) і її майже однаковий рівень у групі ОР₂ (*p* < 0,02).

Однак отримані ряди визначеного розподілу вмісту маси складових виявилися різними. Так, якщо розподіл її величин в ряду зразків контрольної групи є лінійно меншим

($HP > OP_1 > OP_2$), то отриманий ряд величин дослідної групи виявився іншим ($HP < OP_1 > OP_2$). З цього приводу слід наголосити на тому, що визначена шкідливість впливу продуктів запалень статевих органів на вміст маси речовин групи HP (58 проти 37%) дослідних зразків має тенденцію ($p < 0,05$) до його зменшення; групи OP_1 – до збільшення (30 проти 49%), але параметри вмісту термостійких органічних речовин групи OP_2 (12 проти 12%) не зазнають вірогідних ($p < 0,001$) змін.

3. Аналіз візуально оцінених результатами шкідливого впливу продуктів запалень шийки і матки хворих корів на ознаки фізичного стану (колір, густина, домішки гною і крові) у нативних зразках МВС (табл. 1, 2) та визначеними гравіметричним способом абсолютних і відносних показниками маси складових (H_2O , OP , HP) порошкоподібних зразків його СЗ (табл. 3, 4) доповнили вирахованими індексами ($Ic:1$, $Im:1$) її співвідношень. Виявлені зміни з одного боку характеризуємо показниками маси води і складових нативних зразків МВС, з іншого – порошкоподібних зразків СЗ та його OP і HP (табл. 5, 2).

5. Гомеостаз маси складових матково-вагінального слизу та його сухого залишку

Показник.	1. Індекси співвідношень складових МВС, $Ic:1$			
	$H_2O:CЗ$	$H_2O:OP_2$	$H_2O:OP_1$	$H_2O:HP$
Контроль ($n = 9$)				
$M \pm m$	$61,5 \pm 3,20:1$	$492,0 \pm 88,99:1$	$205,0 \pm 27,80:1$	$107,0 \pm 6,75:1$
Cv	16,33	48,45	37,36	19,38
lim	51–81:1	349–1230:1	127–399:1	75–156:1
Дослід ($n = 5$)				
$M \pm m$	$41,4 \pm 1,36:1$	$287,2 \pm 49,75:1$	$84,9 \pm 7,34:1$	$112,2 \pm 2,93:1$
Cv	6,55	32,34	16,80	5,25
lim	37–45:1	233–453:1	66–94:1	107–117:1
p	$< 0,001$	$< 0,05$	$< 0,001$	$< 0,05$
Маса СЗ, %	2. Індекси співвідношень складових СЗ, $Im:1$			
	$CЗ:OP_2$	$CЗ:OP_1$	$CЗ:HP$	
Контроль ($n = 9$)				
$M \pm m$	$0,3344 \pm 0,6$	$8,2 \pm 0,91:1$	$3,3 \pm 0,31:1$	$1,9 \pm 0,12:1$
Cv	61,31	32,24	26,87	21,64
lim	0,1–0,8	6–15:1	2–5:1	1–3:1
Дослід ($n = 5$)				
$M \pm m$	$0,3253 \pm 0,06$	$6,9 \pm 0,21:1$	$2,0 \pm 0,05:1$	$2,6 \pm 0,07:1$
Cv	38,77	6,60	4,21	5,94
lim	0,2–0,5	6–7:1	2,2–2,4:1	2–3:1
P	$> 0,2$	$< 0,02$	$< 0,001$	$< 0,001$

Встановили, що нативні зразки МВС хворих корів містять в 1,5 разу вірогідно ($p < 0,001$) менший відсоток H_2O , ніж зразки умовно здорових. У цьому зв'язку слід також зазначити, що здатність термостійких органічних речовин слизу умовно здорових корів до зв'язування молекул води в 2,4 рази вища від легкозаймистих, а легкозаймистих органічних – в 1,9 разу вища, ніж термостійких неорганічних. Індекси співвідношень вмісту їх маси відповідно становлять: $H_2O:OP_2 > H_2O:OP_1 > H_2O:HP$.

Результатом шкідливого впливу продуктів запалень тканин статевих органів хворих корів на здатність термостійких органічних речовин групи OP_2 до зв'язування молекул води є тенденція ($p < 0,05$) до зниження рівноважного стану їх маси (287 проти 492:1), термостійких неорганічних групи HP – до підвищення (112 проти 107:1), легкозаймистих органічних групи OP_1 – високо вірогідне ($p < 0,001$) зниження (85 проти 205:1).

Аналіз особливостей змін рівноважного стану органічних і неорганічних речовин порошкоподібних зразків СЗ МВС (табл. 5), який здійснювали вирахованими індексами співвідношень їх маси ($Im:1$), свідчить, що за шкідливого впливу продуктів запалень шийки і матки хворих корів сума мас складових СЗ стає вірогідно ($p < 0,02$ і $< 0,001$) меншою на одну частину вмісту легкозаймистих ($8,2 - 6,9 = -1,3$) і термостійких ($3,3 - 2,0 = -1,3$) органічних речовин, але неорганічних ($2,6 - 1,9 = +0,7$) на одну частину – вірогідно ($p < 0,001$) більшою. З нашої точки зору це може означати, що під час запалень тканини статевих органів вагітних корів синтезують вірогідно меншу кількість термостійких і легкозаймистих органічних речовин, здатність яких до зв'язування молекул води знижується, але більшу неорганічних.

Висновки. 1. Наслідком шкідливого впливу продуктів запалень тканин шийки і матки хворих корів є зміна ознак виділеного під час тічки МВС. Середній показник його об'єму стає в 1,43 разу меншим. Залежно від розвитку патологічного процесу забарвлення слизу з прозоро-скляного стає молочно-білим, сіро-жовто-зеленим з домішками гною і крові. Густина – з в'язкої і дуже текучої змінюється на рідку і мало текучу, що в 1,95 разу зменшує відсоток запліднених корів після їх першого осіменіння. Визначена вірогідність змінених показників маси тіла народжених телят має тенденцію ($p < 0,05$) до зниження.

2. Результати одержаного розподілу маси H_2O та ОР і НР у нативних і порошкоподібних зразках слизу свідчать, що вірогідність шкідливого впливу продуктів запалень на абсолютні й відносні показники маси характеризують її різні значення. Абсолютні показники маси води ($p > 0,2$) та складових ($p > 0,5$) обезводненого СЗ нативних зразків хворих корів не зазнають вірогідних змін, але зміни її відносних показників становлять 99,9% ($p < 0,001$). Аналіз відносних показників, які отримали при дослідженні порошкоподібних зразків СЗ в умовах виконаного експерименту, показав, що результат шкідливої дії продуктів запалень шийки і матки має тенденцію ($p < 0,05$) до зменшення маси термостійких речовин групи НР (58 проти 37) і до збільшення маси легкозаймистих речовин групи ОР₁ (30 проти 49). Але вірогідність отриманих майже однакових показників маси термостійких речовин групи ОР₂ (12,05 проти 12,39%) – висока ($p < 0,001$).

3. Зменшення об'єму та зміни ознак (колір, густина, сторонні домішки) фізико-хімічного стану та маси складових нативних і порошкоподібних зразків МВС хворих корів ініціюють зміни гомеостазу маси H_2O та ОР і НР у системах типу «вода – речовина». Індeksi співвідношень маси складових нативного слизу становлять: $H_2O:OP_2 > H_2O:OP_1 > H_2O:HP$. Порошкоподібні зразки СЗ мають на одну частину вмісту менше легкозаймистих (8,2 проти 6,9:1) і термостійких (3,3 проти 2,0:1) органічних речовин, але термостійких органічних – на одну частину більше ніж неорганічних (2,6 проти 1,9:1). Це вказує на те, що під час запалень тканини статевих органів хворих вагітних корів синтезують вірогідно меншу кількість легкозаймистих і термостійких органічних речовин, але більшу неорганічних. Здатність складових до зв'язування молекул води змінюється в 1,9–2,4 разу.

Подяка. Автор статті і співвиконавці ПНД НААН 31 «Генетика збереження та відтворення біоресурсів у тваринництві» вдячні першому заступнику директора Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця з наукової роботи С. І. Ковтун та вченому секретарю Ю. В. Мільченко за проведену вагому і значну роботу з координації планів, аналізу виконаних завдань 2020–2025 рр. та за критичні і слушні зауваження до представлення й інтерпретації результатів досліджень.

REFERENCES

- Afanasieva, L. P., & Kalynovskyi, H. M. (2007). Pronyknist vazhkykh metaliv cherez platsentarnyi barier korovy [Permeability of heavy metals through the placental barrier of the cow] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of Sumy National University*, 8(19). 5–8. [In Ukrainian].

- Agbugba, L. C., Oyewunmi, A. O., Ogundumade, T. P., & Leigt, O. O. (2020). Investigation of vaginal mucus parameters: Development of models for staging the oestrus cycle of the Buhaji cows. *Reproduction in domestic animals*, 55(9). 1044–1053. <https://doi.org/10.1111/rda.13694>.
- Essawi, W. M., Mostafa, D. I. A., & El Shorbagy, A. I. A. (2020). Comparison between Biochemical Analysis of Cattle Amniotic Fluid and Maternal Serum Components during Pregnancy. *World Vet. J.*, 10(1), 67–73. DOI: 10.36380/scil.2020.wvj9.
- Kartashov, I. I., & Sharapa, H. S. (1991). *Akusherstvo hinekolohiia i shtuchne osimeninnia silskohospodarskykh tvaryn* [Obstetrics, gynecology and artificial insemination of farm animals]. Vyshcha shkola. [In Ukrainian].
- Kropp, J., Peñagaricano, F., Salih, S. M., & Khatibropp, H. (2014). Invited review: Genetic contributions underlying the development of preimplantation bovine embryos al. *J. Dairy Sci.*, 97(3), 1187–2001. DOI: 10.3168/jds.2013-7244.
- Maksymiuk, H. V., & Maksymiuk, V. M. (2011). Standartyzovana metodyka vyznachennia kontsentratsii i peremishchenoi kilkosti Ca^{2+} , K^{+} , Na^{+} u systemi “klityna – seredovyshche” [Standardized method for determining the concentration and displaced amount of Ca^{2+} , K^{+} , Na^{+} in the “cell – medium” system] *Fizyka zhyvoho - Physics of living matter.*, 19(1), 10–15. [In Ukrainian].
- Maksymiuk, H. V., & Vorobets, Z. D. (2013). Vmist i spivvidnoshennia makroelementiv v orhanakh i tkanynakh statevoi systemy samtsiv [The content and distribution of macroelements in organs and tissues of the body's systems] *Svit medytsyny ta biolohii – World of Medicine and Biology*, 1, 133–136. [In Ukrainian].
- Maksymiuk, V. M., Maksymiuk, H. V., & Vorobets, Z. D. (2021). *Klityna, seredovyshche, homeostaz* [Klityna, seredovyshche, homeostasis]. Spolom. [In Ukrainian].
- McCarthy, K. L., Menezes, A. C. B., Kassetas, C. J., Baumgaertner, F., Kirsch, J. D., Dorsam, S. T., Neville, T. L., Ward, A. K., Borowicz, P. P., Reynolds, L. P., Sedivec, K. K., Forcherio, J. C., Scott, R., Caton, J. S., & Dahlen, C. R. (2022). Vitamin and Minerals Supplementation and Rate of Gain in Beef Heifers II: Effects on Concentration of Trace Minerals in Maternal Liver and Fetal Liver, Muscle, Allantoic, and Amniotic Fluids at Day 83 of Gestation. *Animals: an open access journal from MDPI*, 12(15), 19–25. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12151925>
- Sedilo, H. M., Bashchenko, M. I., Maksymiuk, H. V., Vorobets, Z. D., Maksymiuk, V. M., Sushko, O. B., & Savelieva, M. S. [та ін.]. (2015). *Sperma, spermatozoidy, vidtvoriuvalna zdattist : metodychna rozrobka* [Sperm, spermatozoa, reproductive capacity: methodological development]. [In Ukrainian].
- Sharaf, M. A., Illman, D. L., & Kovalski, B. R. (1986). *Chemometrics*. John Wiley & Sons.
- Sopin, Ye. F., & Vynohradova, R. P. (1975). *Osnovy biokhimichnykh metodiv doslidzhennia* [Fundamentals of biochemical research methods]. Vyshcha shkola. [In Ukrainian].
- Sposib vyznachennia ta analizu zmin masy skladovykh u probakh tkanyn i sekretiv orhaniv liudyny i tvaryn* : pat. 127221 Ukraine [Method for determining and analyzing changes in the mass of the storage cells in samples of tissues and secretions of human and animal organs: Pat. 127221 Ukraine]: МПК G01N5/44 (2006.01), G01N33/48 (2006.01) ; № u 20180126 ; published 2018. Bull. No. 14.
- Vigodner, M. (2011). Roles of small ubiquitin-related modifiers in male reproductive function *International Review of Cell and Molecular Biology*, 288, 227–259. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386041-5.00006-6>

Одержано редколегією 15.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.27(477)-053.2.033.061

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.22>

ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІКИ ЖИВОЇ МАСИ МОЛОДНЯКУ М'ЯСНИХ ПОРІД ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

М. С. ТАТУШКО, Л. О. ДЄДОВА, О. В. СИДОРЕНКО, П. П. ДЖУС*Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)**<https://orcid.org/0000-0001-8246-8587> – Л. О. Дєдова**<https://orcid.org/0000-0003-2429-9361> – О. В. Сидоренко**<https://orcid.org/0000-0002-4808-0260> – П. П. Джус**sydorenkoolena@ukr.net*

Вивчення динаміки живої маси молодняку м'ясних порід великої рогатої худоби проведено у виробничих умовах СТОВ «Ратнівський аграрій» Ковельського району Волинської області. Встановлено міжпорідні, вікові і статеві особливості формування живої маси тварин волинської і поліської м'ясних порід. У всіх врахованих для аналізу періодах тварини поліської м'ясної переважали волинську м'ясну. Перевага бугайців коливалася в межах від 0,4 до 4,8 кг, телиць – від 0,3 до 14,8 кг. Також, загалом, за усі досліджені вікові періоди перевага телиць поліської м'ясної породи за абсолютним та середньодобовим приростами живої маси становила від 1,2 до 13,3 кг та від 38,5 до 63,5 г відповідно. За кратністю збільшення живої маси телиці поліської м'ясної породи переважали телиць волинської м'ясної породи у 0,3 рази. Визначено закономірності формування живої маси залежно від статі тварин. Найвища різниця виявлена у перший місяць відлучення від матерів: бугайці волинської породи переважали телиць на 40 кг, поліської м'ясної – на 30 кг.

Ключові слова: бугайці, телиці, поліська м'ясна порода, волинська м'ясна порода, жива маса, приріст живої маси, кратність збільшення маси

CHARACTERISTIC OF LIVE WEIGHT DYNAMICS OF YOUNG BEEF CATTLE BREEDS

M. S. Tatushko, L. O. Diedova, O. V. Sydorenko, P. P. Dzhus*Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)*

The study of the dynamics of the live weight of young cattle of beef breeds was carried out in the production conditions of the Agricultural Limited Liability Company "Ratnivsky Agrarian" of the Volyn region. Interbreed, age and sex characteristics of the formation of the live weight of animals of the Volian and Polissiyian beef breeds were established. In all periods taken into account for the analysis, the animals of the Polissiyian beef breed prevailed over their counterparts of the Volian Beef breed. The advantage of bulls ranged from 0.4 to 4.8 kg, heifers – from 0.3 to 14.8 kg. Also, in general, for all studied age periods, the advantage of heifers of the Polissiyian Beef breed in terms of absolute and average daily live weight gains was from 1.2 to 13.3 kg and from 38.5 to 63.5 g, respectively. In terms of the multiplicity of live weight increase, heifers of the Polissiyian beef breed in all age periods were superior to heifers of the Volian beef breed by 0.3 times. The patterns of live weight formation depending on the sex of the animals were determined. The highest difference was found in the first month of weaning from mothers: bulls of the Volian Beef breed outweighed heifers by 40 kg, Polissiyian breed – by 30 kg.

Keywords: bulls, heifers, Polissiyian beef breed, Volian beef breed, live weight, live weight gain, live weight increase rate

Вступ. Інтенсивність росту живої маси тіла тварин – це базовий показник для оцінювання індивідуальних особливостей реалізації генетичного потенціалу продуктивності, параметр для визначення молочності корів м'ясних порід, фактор оцінки ефективності технологічних рішень з утримання та годівлі тварин, а також елемент прогнозування відтворної здатності тварин та порівняльного аналізу (Antonenko, 2020; Busenko et al., 2013; Kyvenko, 2009; Kobylinska, 2008; Dymchuk et al., 2022). Оцінку за цим показником проводять з урахуванням віку, статі і породи (Klymkovetskyi, 2022; Shevchenko, 2024). Закономірності формування живої маси визначають за параметрами середньодобових, абсолютних та відносних приростів (Uhnivenko et al., 2020; Tkachuk, 2019). За параметрами живої маси, зазвичай, проводять формування технологічних груп тварин, перерозподіл тварин у групах, складання та балансування раціонів, визначення ефективності конверсії корму, оцінюють маржинальний дохід від підприємницької діяльності суб'єктів господарювання з розведення м'ясних порід великої рогатої худоби.

У селекційному аспекті роботи з українськими породами великої рогатої худоби м'ясного напрямку продуктивності систематизація індивідуальної інформації про тварин є практичним інструментом моніторингу. Інтегральна оцінка розвитку популяцій волинської і поліської м'ясних порід за останні 10 років відображає значне скорочення чисельності підконтрольних тварин, звуження генеалогічної структури порід, підвищення частки залучення у відтворення плідників порід лімузин і шароле, відповідно (Pochukalin, 2025; Lemeshko et al., 2023). Це визначає актуальність вивчення поголів'я зазначених порід за комплексом господарських ознак з врахуванням виробничих потужностей суб'єктів з плеємінної справи з їх розведення та встановлення міжпорідних особливостей росту тварин за однакових умов утримання і рівня годівлі.

З огляду на зазначене, **метою** наших досліджень було провести порівняльний аналіз особливостей росту молодняку поліської та волинської м'ясних порід.

Матеріали і методи досліджень. Експериментальну частину роботи виконано в умовах СТОВ «Ратнівський аграрій» Ковельського району Волинської області. Матеріалом досліджень слугувала інформація щодо індивідуального щомісячного зважування 108 голів молодняку великої рогатої худоби поліської м'ясної породи (56 бугайців і 52 телиці) та 118 голів волинської м'ясної породи (66 бугайців і 52 телиці). Досліджені тварини 2024 року народження. На основі отриманих даних визначали середньодобовий і відносний прирости. Кратність збільшення живої маси розраховували діленням живої маси за певний віковий період на живу масу новонароджених тварин. Статистичну обробку даних проводили методами варіаційної статистики із застосуванням стандартного пакету програм Microsoft Excel.

Результати досліджень. Аналізуючи отримані дані виявлено, що бугайці та телиці поліської і волинської м'ясних порід характеризуються високими показниками живої маси щодо стандарту порід у враховані періоди (табл. 1). Встановлено статистично вірогідну перевагу бугайців над телицями за живою масою впродовж дослідженого вікового діапазону.

Слід відмітити, що у поліській м'ясній породі жива маса новонароджених бугайців була вищою ніж по волинській м'ясній породі і становила 3,4 кг (10,7%) ($p < 0,001$). У 210 днів бугайці волинської м'ясної породи переважали за живою масою телиць на 29,4 кг або 14,3% ($p < 0,001$), бугайці поліської м'ясної – на 20,5 кг (9,3%). Вища перевага за живою масою бугайців волинської м'ясної породи над телицями зумовлена вищими значеннями середньодобових приростів на 124,5 г або 15,0%, тоді як бугайці поліської м'ясної породи переважали телиць на 81,7 г або 9,1%. У 8 місяців різниця середніх значень живої маси значно збільшилася. У волинській породі вона становила 40,8 кг (17,8%) ($p < 0,001$), у поліській – 29,8 кг (11,2%).

За міжпорідного порівняння живої маси встановлено, що бугайці поліської м'ясної породи переважали аналогів волинської м'ясної породи на 0,4 кг (1,2%). У 210-денному та 8-місячному віці перевага середніх значень живої маси становила 4,8 кг (2,0%) та 3,8 кг (1,4%) відповідно. Це зумовлено вищими середньодобовими приростами бугайців поліської м'ясної

породи у період від народження до 210-денного віку на 20,7 г або 2,1%, а за період від народження до 8-місячного віку на 13,9 г або 1,4% відповідно.

1. Динаміка живої маси молодяку волинської і поліської м'ясних порід

Вік тварин	Волинська м'ясна			Поліська м'ясна		
	М ± m, кг	σ	Cv, %	М ± m, кг	σ	Cv, %
Бугайці						
п	66			56		
Новонароджені	34,6 ± 0,59***	4,82	13,94	35,0 ± 0,15***	1,13	3,22
210 днів	235,5 ± 4,43***	35,97	15,28	240,2 ± 3,84***	28,71	11,95
8 місяців	269,8 ± 5,04***	40,91	15,16	273,6 ± 3,96***	29,63	10,83
Телиці						
п	52			52		
Новонароджені	31,3 ± 0,51	3,64	11,64	31,7 ± 0,16	1,15	3,64
210 днів	206,0 ± 3,91	28,23	13,70	219,7 ± 3,82	27,52	12,52
8 місяців	229,0 ± 4,07	29,34	12,82	243,8 ± 3,78	27,24	11,17

Примітка: *** – $p < 0,001$.

За аналізу живої маси телиць прослідковується така ж закономірність. Новонароджені телиці поліської м'ясної породи на 0,3 кг (1,1%) переважали тварин волинської м'ясної породи. У віці 210 днів та 8-місяців різниця становила 13,7 кг (6,2%) ($p < 0,05$) та 14,8 кг (6,1%) ($p < 0,01$) відповідно. Середньодобові прирости живої маси були вищими на 63,5 г або 7,1% від народження до 210-денного віку, а за період від народження до 8 місяців на 60,3 г або 6,8% ($p < 0,05$).

За внутріпородного порівняння бугайців з телицями за середньодобовим приростами живої маси, встановлено, що в усі вікові періоди бугайці з високою достовірністю переважали телиць (табл. 2). Так, за період від народження до 210-денного віку та за період від 210-денного віку до 8-місячного перевага бугайців волинської м'ясної породи над телицями становила 124,5 г або 14,9% ($p < 0,001$), поліської м'ясної – 380,1 г або 49,6% ($p < 0,001$) відповідно.

2. Середньодобовий приріст живої маси бугайців і телиць волинської та поліської м'ясних порід

Віковий період	Порода	Стать	п	М ± m, г	σ	Cv, %
новонароджені – 210 днів	волинська м'ясна	♂	66	956,4 ± 21,29***	172,96	18,08
		♀	52	832,0 ± 19,70	142,02	17,07
	поліська м'ясна	♂	56	977,1 ± 18,39	137,60	14,08
		♀	52	895,4 ± 18,22	131,41	14,68
210 днів – 8 місяців	волинська м'ясна	♂	66	1145,5 ± 41,29***	335,41	29,28
		♀	52	765,4 ± 39,81	287,05	37,50
	поліська м'ясна	♂	56	1111,9 ± 35,90	268,66	24,16
		♀	52	803,8 ± 33,80	244,29	30,39

Примітка: *** – $p < 0,001$.

За міжпородного порівняння встановлено, що за період від народження до 210-денного віку за середньодобовими приростами живої маси бугайці поліської м'ясної породи переважали бугайців волинської м'ясної породи. З 210-денного віку до 8-місячного віку бугайці волинської м'ясної породи переважали аналогів поліської м'ясної породи на 1,0 кг та 33,5 г або 3,0%. Проте, середня жива маса у 8 місяців була вищою у бугайців поліської м'ясної породи.

За період від 210-денного віку до 8 місяців за середньодобовими приростами живої маси телиці поліської м'ясної породи переважали аналогів волинської м'ясної породи на 38,5 г або 4,8%.

За аналізу кратності збільшення живої маси встановлено вірогідну різницю з урахуванням статі тварин у віці 8 місяців (табл. 3). Встановлено, що у період від народження до 210-денного віку за відносною швидкістю росту живої маси бугайці поліської м'ясної породи переважали аналогів волинської м'ясної породи на 0,8% (табл. 4).

За період від 210-денного віку до 8-місячного віку за відносною швидкістю живої маси бугайці волинської м'ясної породи переважали бугайців поліської м'ясної породи на 0,5%. За міжпорідного порівняння у період від народження до 210-денного віку телиці поліської м'ясної породи переважали телиць волинської м'ясної породи на 2,7 та.

3. Кратність збільшення живої маси бугайців та телиць волинської і поліської м'ясних порід

Вік	Волинська м'ясна			Поліська м'ясна		
	$M \pm m$, рази	σ	C_v , %	$M \pm m$, рази	σ	C_v , %
Бугайці						
n	66			56		
210 днів	$6,9 \pm 0,17$	1,38	20,01	$6,9 \pm 0,12$	0,89	12,97
8 місяців	$7,9 \pm 0,19$	1,52	19,16	$7,8 \pm 0,12$	0,92	11,76
Телиці						
n	52			52		
210 днів	$6,7 \pm 0,19$	1,39	20,67	$7,0 \pm 0,13$	0,92	13,25
8 місяців	$7,4 \pm 0,20$	1,47	19,80	$7,7 \pm 0,13$	0,92	11,92

4. Відносна швидкість та напруга росту живої маси бугайців і телиць волинської і поліської м'ясних порід

Віковий період	Порода	Стать	n	Відносна швидкість росту		
				$M \pm m$, %	σ	C_v , %
новонароджені – 210 днів	волинська м'ясна	♂	66	$147,7 \pm 1,33$	10,77	7,29
		♀	52	$146,3 \pm 1,42$	10,24	7,00
	поліська м'ясна	♂	56	$148,5 \pm 0,80$	5,97	4,02
		♀	52	$149,0 \pm 0,80$	5,80	3,89
210 днів – 8 місяців	волинська м'ясна	♂	66	$13,6 \pm 0,49$	3,97	29,10
		♀	52	$10,7 \pm 0,62$	4,45	41,60
	поліська м'ясна	♂	56	$13,1 \pm 0,46$	3,46	26,38
		♀	52	$10,5 \pm 0,48$	3,44	32,67

Від народження до 210-денного віку бугайці поліської м'ясної породи поступалися відносною швидкістю живої маси телицям аналогічної породи. Різниця становила 0,5%. Бугайці волинської м'ясної породи переважали телиць за вказаним показником на 1,4%. За період від 210 днів до 8-місяців бугайці як волинської так і поліської м'ясних порід переважали телиць, але перевага бугайців волинської м'ясної породи над телицями аналогічної породи за даними показниками була вища і становила відповідно 2,9% ($p < 0,001$) та 3,3% ($p < 0,001$).

Таким чином, одержано нову інформацію щодо статевих і порідних особливостей динаміки живої маси молодняку м'ясних порід великої рогатої худоби за однакових технологічних умов утримання.

Висновки. За вивчення міжпородної особливості динаміки живої маси молодняку волинської та поліської м'ясних порід проведеного в умовах СТОВ «Ратнівський аграрій» Ковельського району Волинської області, встановлено, що за живою масою бугайці і телиці поліської м'ясної породи в усі вікові періоди переважали бугайців і телиць волинської м'ясної породи, але між бугайцями відмінність була менша ніж між телицями. Так, загалом, за усі вікові періоди перевага бугайців поліської м'ясної породи за живою масою над бугай-

цями волинської м'ясної породи становила від 0,4 до 4,8 кг, тоді як перевага телиць поліської м'ясної породи за даним показником над телицями волинської м'ясної породи становила від 0,3 до 14,8 кг. Також, загалом, за усі вікові періоди перевага телиць поліської м'ясної породи за абсолютним та середньодобовим приростами живої маси над телицями волинської м'ясної породи становила від 1,2 до 13,3 кг та від 38,5 до 63,5 г відповідно. За кратністю збільшення живої маси телиці поліської м'ясної породи в усі вікові періоди переважали телиць волинської м'ясної породи на 0,3 рази, а за відносною швидкістю та напругою росту живої маси перевага телиць поліської м'ясної породи над телицями волинської м'ясної породи становила за період від народження до 210-денного віку 2,7 та 24,5% відповідно, а за період від 210-денного віку до 8-місячного віку перевагу за даними показниками мали телиці волинської м'ясної породи над телицями поліської м'ясної породи і вона становила по 0,2%.

REFERENCES

- Antonenko, S. F. (2020). Vplyv intensyvnosti vyroshchuvannia telyts ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody v rizni vikovi periody na maibutniu molochnu produktyvnist [The influence of the intensity of breeding of heifers of Ukrainian Black-and-White Dairy breed in different age periods on the future dairy productivity] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 59, 17–25. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.59.02>.
- Busenko, O. T., Skotsyk, V. Ye., Matsenko, M. I., Brovarkyi, V. D., Uhnivenko, A. M., Stoliuk, V. D., & Koropets, L. A. (2013). *Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii tvarynnystva* [Technology of production products of animal husbandry]. DU «NMTs «Ahrosvita». [In Ukrainian].
- Kyvenko, O. M. (2009). Osoblyvosti formuvannia miasnoi produktyvnosti ta eksterierykh oznak molodniaku poliskoi miasnoi porody [Features of the formation of beef productivity and exterior signs of youngsters Polissya Beef breed] *Visnyk aharnoi nauky – Bulletin of agrarian science*, 6, 74–75. [In Ukrainian].
- Kobylynska, A. M. (2008) *Porivnialna otsinka rostu i rozvytku nashchadkiv buhaiv poliskoi m'iasnoi porody v zonakh radiatsiinoho zabrudnennia Polissia* [Comparative estimation of growth and development of the descendants of bulls Polissyan Beef breed in zones of radiation pollution of Polissya], In *Materialy dopovidei VI konferentsii molodykh vchenykh ta aspirantiv*. (43–45). Chubynske. [In Ukrainian].
- Klymkovetskyi, A. A. (2022). Rannii ontohenetychnyi rozvytok i dovichna produktyvnist khudoby ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Early ontogenetic development and lifetime productivity of cattle of Ukrainian Black-and-White Dairy breed]. NUBiP Ukrainy. [In Ukrainian].
- Dymchuk, A. V., Shutia, O. V., & Ponko, L. P. (2022). Dynamika rostu zhyvoi masy telyts ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody riznykh linii [Dynamics of growth of living weight of Ukrainian Red-Brown Dairy breed heifers of different lines] *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy – Scientific reports of the National university of life and environmental sciences of Ukraine*, 3(97). [In Ukrainian]. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.03.007>
- Shevchenko, O. B., Fediaieva, A. S., Yeromin, D. S., & Frolenko, Ye. B. (2024). Zhyva masa molodniaku velykoi rohatoi khudoby yak pokaznyk rozvytku koriv ukrainskoi chervono-riaboi holshtynizovanoi porody [Live weight of young cattle as an indicator of development of cows of Ukrainian Red-and-White Holstein breed] *Hraal nauky – Grail of science*, 35, 153–159. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.19.01.2024.025>
- Tkachuk, V. P. (2019). Porivnialna otsinka rostu i rozvytku molodniaku poliskoi m'iasnoi porody [Comparative estimation of growth and development of youngsters Polissya Beef breed] *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria scientific bulletin*. Kherson, 109(2), 135–141. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-2.21>

- Uhnivenko, A. M., Kolisnyk, O. I., & Kos, N. V. (2020). *M'iasne skotarstvo* [Beef cattle breeding]. TsP Kompynt. [In Ukrainian].
- Pochukalin, A. Ye. (2025). Seleksiine nadbannia m'iasnoho skotarstva Ukrainy – volynska m'iasna poroda [Breeding heritage of meat cattle husbandry in Ukraine – Volyn Meat breed] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 69, 86–108. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.69.10>
- Lemeshko, Yu. O., & Dzhus, P. P. (2023). Analiz dynamiky kilkisnykh parametriv plemynnoho masyvu velykoi rohatoi khudoby poliskoi m'iasnoi porody [Analysis of the dynamics of the quantitative parameters of the breeding array of Polish Meat cattle] *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of agrarian science*, 9, 22–29. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202309-03>
- Instruktsiia z bonituvannia velykoi rohatoi khudoby miasnykh porid. Instruktsiia z vedennia plemynnoho obliku v miasnomu skotarstvi* [Instructions on grading cattle of beef breeds. Instructions for keeping pedigree records in beef cattle breeding]. (2004). PPNV. [In Ukrainian].

Одержано редколегією 14.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 027:001.891(477)(091)

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.23>

**НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БІБЛІОТЕКА
ІНСТИТУТУ РОЗВЕДЕННЯ І ГЕНЕТИКИ ТВАРИН ІМЕНІ М.В. ЗУБЦЯ НААН:
ШЛЯХ У 50 РОКІВ**

В. І. ФАСОЛЯ, Н. М. КУЗЕБНА, С. І. КОВТУН

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)

<https://orcid.org/0009-0001-8275-365x> – В. І. Фасоля

<https://orcid.org/0009-0001-8275-365X> – Н. М. Кузєбна

<https://orcid.org/0000-0002-5492-882X> – С. І. Ковтун

lib.irgt@i.ua

Висвітлено історію становлення та діяльності Науково-технічної бібліотеки Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН, а саме збереження та збагачення інформаційних ресурсів бібліотеки, якісне забезпечення інформаційних потреб користувачів, упровадження новітніх інформаційних технологій, науково-аналітичне та бібліографічне опрацювання інформації, створення власних електронних ресурсів.

Ключові слова: науково-технічна бібліотека, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН, інформаційне забезпечення науки, історія бібліотеки, наукові ресурси, зоотехнія, генетика тварин, наукова спадщина

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL LIBRARY OF THE M.V. ZUBETS INSTITUTE OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS OF NAAS: A 50-YEAR JOURNEY

V. I. Fasolya, N. M. Kuzebna, S. I. Kovtun

Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

The article highlights the history of the establishment and development of the Scientific and Technical Library of the M.V. Zubets Institute of Animal Breeding and Genetics of NAAS. The focus is placed on the preservation and enhancement of the library's information resources, the quality provision of users' information needs, the implementation of modern information technologies, scientific, analytical, and bibliographic processing of information, as well as the creation of the library's own electronic resources.

Keywords: scientific and technical library, Institute of Animal Breeding and Genetics, information support of science, library history, scientific resources, animal science, animal genetics, scientific heritage

Вступ. У вересні 2025 року Науково-технічна бібліотека Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН відзначає свій 50-річний ювілей. Її історія тісно пов'язана з етапами становлення, розвитку та наукового зростання Інституту, є невід'ємною частиною науково-дослідної, освітньої та інноваційної діяльності установи. Так відповідно до постанов Державного Комітету Ради Міністрів СРСР з науки і техніки № 429 від 8 квітня 1975 р. та Ради Міністрів УРСР № 21 від 10 вересня 1975 р. на базі Київської дослідної станції тваринництва «Терезине» та Центральної дослідної станції штучного осіменіння сільськогосподарських тварин було організовано Український науково-дослідний інститут розведення і штучного осіменіння великої рогатої худоби, який наразі носить назву Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН. Спочатку він знаходився в м. Бровари, а з 1982 року його місцезнаходженням стало село Чубинське Бориспільського району на Київщині.

Бібліотеку було створено одночасно з Інститутом і вона стала інформаційною платформою для забезпечення наукових досліджень у галузі розведення, селекції, генетики, біотехнології та збереження біорізноманіття сільськогосподарських тварин. Формування фондів бібліотеки розпочалося у 1975 році на основі книжкових зібрань Центральної дослідної станції штучного осіменіння сільськогосподарських тварин (м. Бровари), фонд якої на той момент становив 26504 одиниці зберігання. У 1984–1985 роках до бібліотеки Інституту було передано фонди Київської дослідної станції тваринництва (сmt. Терезине), що значно розширило тематичне наповнення й обсяг ресурсів. У результаті загальний книжковий фонд науково-технічної бібліотеки склав 57968 одиниць зберігання. У період 1975–1990 рр. щороку обслуговувалося близько 300 користувачів із книговидачею біля 25000 одиниць (Burkat & Boroday, 2008a).

Метою цього дослідження є охарактеризувати складники формування Науково-технічної бібліотеки Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН; узагальнити найбільш вагомі її напрацювання колективом бібліотеки; вказати на вагомий внесок бібліотеки в ефективне забезпечення науково-дослідної, освітньої та інноваційної діяльності установи.

Матеріали та методи дослідження ґрунтуються на загальнонаукових методах (аналізу, синтезу, типологізації), а також історичних підходах, таких як історико-порівняльний і предметно-хронологічний.

Результати дослідження. Протягом п'яти десятиліть бібліотека пройшла складний, але результативний шлях розвитку від традиційного зібрання літератури до сучасного інформаційного відділу з електронними базами даних, бібліографічними ресурсами, електронним каталогом та віддаленим доступом до інформаційних послуг. Завдяки запровадженню інформаційних технологій бібліотека стала ключовим елементом науково-інформаційної інфраструктури Інституту, зберігаючи та популяризуючи наукову спадщину, підтримуючи нові напрями досліджень та сприяючи підготовці наукових кадрів.

Своїм 50-річним ювілеєм бібліотека не лише підсумовує здобутки минулого, а й демонструє готовність до викликів майбутнього – через збереження і розвиток галузевих інформаційних ресурсів, цифровізацію фондів та підтримку відкритої науки в аграрній сфері.

У різні роки бібліотекою керували віддані бібліотечній справі такі працівники, як: Вельможна Е. В. (1975–1990), Соломчак С. М. (1990–1993), Зайцева Н. В. (1993–1997), Фасоля В. І. (1997– по теперішній час). Серед фахівців високої кваліфікації варто відзначити: Рогальська Л. В., Випряжкіна В. О., Кулаєва Н. В., Стретович Н. Р., Турянця А. М., Бородай І. С., Сирова Н. А., Рясенко І. В., Ревнюк Ю. М., Липова Ю. Д., Кузєбна Н. М.

У структурі бібліотеки абонемент, читальний зал, книгосховище. Завдяки активному комплектуванню фонд досяг понад 65000 примірників. Основними джерелами були обласний бібліотечний колектор, книгарні Києва, внутрішні видання інституту, книгообмін з профільними установами та передплата фахових журналів (близько 85 назв на рік). За своїм змістом фонд бібліотеки універсальний, найбільш повно представлено сільськогосподарську тематику.

Аналіз надходжень до бібліотечного фонду за період 1975–2024 рр. свідчить про значну зміну обсягів комплектування фонду в різні роки (табл.).

У 1975–1990-х роках книжковий фонд інтенсивно поповнювався літературою суспільно-політичного спрямування, зокрема партійними документами та публікаціями політичних діячів. У подальші роки було проведено роботу з вилучення дублетної, непрофільної та морально застарілої літератури, що не відповідала сучасним вимогам користувачів і завданням бібліотеки.

У кінці 90-х років у зв'язку зі складною економічною ситуацією та зменшенням фінансування установи темпи комплектування бібліотечних фондів уповільнилися. Зменшилося виділення коштів на придбання літератури, передплату періодичних видань. Нові надходження до фонду здійснюються переважно за рахунок дарунків від авторів, обміну між нау-

ковими установами, передплати періодичних видань та власних публікацій Інституту. У 1995–2015-х роках бібліотека підтримувала активну співпрацю з понад 20 науковими установами системи НААН, закладами вищої освіти України та інших країн. Щорічно з цих джерел надходило приблизно 100 нових документів.

Аналіз надходжень до бібліотечного фонду за період 1975–2024 рр.

Період	Кількість надходжень (примірників)	Характеристика періоду
1975–1979	8453	Стабільне фінансування та планове комплектування
1980–1985	10844	Піковий період поповнення фонду
1986–1990	6734	Початок скорочення бюджету на бібліотеку
1991–1995	5184	Зниження через економічну кризу початку 90-х
1996–2000	1747	Найнижчий рівень надходжень за період
2001–2005	2235	Незначне зростання
2006–2010	2645	Подальше незначне зростання
2011–2015	1667	Помітне скорочення
2016–2020	1011	Ще більше зменшення
2020–2024	432	Найнижчий показник за весь період, що зумовлено як загальною цифровізацією інформаційних ресурсів, так і обмеженням фінансуванням через соціально-економічні обставини

Формування бібліотечного фонду є складним і багатогранним процесом, який вимагає системного підходу до таких ключових аспектів, як комплектування, збереження та ефективного використання ресурсів. Нині фонд Науково-технічної бібліотеки Інституту налічує 56450 одиниць зберігання. Фонд містить вітчизняні та зарубіжні монографії, що охоплюють широкий спектр наукових та прикладних напрямків, таких як тваринництво, біологія, генетика, біотехнологія, економіка. Крім того, у фонді зберігаються загальні та галузеві довідники, навчальні посібники і підручники, а також спеціалізовані видання, серед яких Державні книги племінних тварин, Каталоги бугаїв м'ясних і молочно-м'ясних порід, наукові журнали та інші важливі ресурси для розвитку науки і практики.

Із 1994 року у бібліотеці формується спеціалізований фонд дисертацій, захищених у спеціалізованій вченій раді Інституту, що нараховує 234 дисертації та 2854 автореферати. Також зберігаються звіти про науково-дослідну роботу Інституту, починаючи з 1975 року.

У бібліотеці сформовано фонд рідкісних та цінних видань (565 примірників), який включає літературу 1872–1935 років із питань сільського господарства, біології, ветеринарії, економіки, статистики, зокрема «Чтенія Н. В. Верещагина въ императорскомъ сельскохозяиственномъ музеѣ по вопросамъ о молочныхъ скотоводствѣ и хозяйствѣ» (1886), «Сочиненія» Ч. Дарвіна (перекл. з англ., 1896, т. 1, ч. 1, 2), «Энциклопедическій словарь» Ф. Брокгауза та І. Ефрона (С.-Петербургъ, 1890–1904). У 2012 році співробітниками було підготовлено науково-допоміжний бібліографічний показник «Каталог книжкових видань із фондів бібліотеки Інституту розведення і генетики тварин НААН (1872–1935 рр.)».

Діє також обмінний фонд, що складає 558 примірників. Протягом року до нього надходить близько 85 документів. Цей фонд використовується для книгообміну, обов'язкової розсилки та поповнюється як за рахунок дублетних примірників, так і завдяки власним виданням Інституту. Частина обмінного фонду представлена на сайті Інституту у розділі «Бібліотека».

Важливу роль у поповненні фондів відіграють дарунки авторів, наукових організацій та користувачів, зокрема Ю. В. Вдовиченка, С. Л. Войтенко, В. В. Дзіцюк, Ю. П. Полупана, С. Ю. Рубана, О. В. Сидоренко та інших.

Бібліотека висловлює вдячність родинам та ученим Інституту, які передали до фонду цінні книги зі своїх приватних колекцій (В. П. Буркат, І. В. Гузев, М. Я. Єфіменко, М. В. Гладій, О. М. Жукорський, Б. Є. Подоба, Д. І. Савчук, Й. З. Сірацький, П. Д. Шуст).

Фонд бібліотеки містить праці визначних українських учених-тваринників, імена яких пов'язані з діяльністю наукових центрів в Україні з проблем тваринництва – Київської дослідної станції тваринництва «Терезине» та Центральної станції штучного осіменіння сільськогосподарських тварин, правонаступником яких є Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН: Х. І. Класена, П. Д. Пшеничного, А. К. Скороходька, фундатора інституту П. Л. Погребняка, першого директора інституту В. Ю. Недави, послідовників наукового спадку видатних учених у галузі тваринництва – М. А. Кравченка, К. Б. Свєчина, І. В. Смирнова, Ф. Ф. Ейснера, О. Ф. Квасницького, Ф. І. Осташка, зберігаються видання провідних учених; співробітників, які раніше успішно працювали або працюють в інституті – М. І. Бащенко, О. Д. Бірюкової, В. П. Бурката, С. Л. Войтенко, Ю. В. Вдовиченка, І. В. Гузева, П. П. Джус, В. В. Дзіцюк, М. Я. Єфіменка, О. М. Жукорського, С. І. Ковтун, К. В. Копилова, К. В. Копилової, А. П. Кругляка, І. П. Петренка, Ю. П. Полупана, С. Ю. Рубана, О. В. Сидоренко, Й. З. Сірацького, О. Ф. Хаврука, Г. С. Шарапи, П. І. Шарана та інших.

До інформативного сегмента фонду належать багаторічні комплекти вітчизняних та зарубіжних фахових журналів, зокрема: «Вісник аграрної науки» (від 1962 р.), «Проблеми животноводства» (1931–1938 рр.), «Тваринництво України» (від 1941 р.), «Цитологія і генетика» (від 1968 р.), «Зоотехнія», «Ветеринарія», «Генетика», «Молочное и мясное скотоводство» – із періодами видання від 1940-х до 2020-х років (Fasolia & Lypova, 2012).

У фонді широко представлені збірки наукових праць з проблем розведення, селекції, біотехнології відтворення сільськогосподарських тварин. Особливе місце займає міжвідомчий науковий збірник «Розведення і генетика тварин», який з ініціативи провідних учених став своєрідною енциклопедією галузі (70 випусків наразі).

Бібліотека має добре структуровану систему каталогів і картотек: алфавітний і систематичний каталоги, каталог зарубіжних видань, картотеки дисертацій, авторефератів, статей, неопублікованих документів, реєстраційну картотеку періодики тощо.

Протягом 50-річної історії Інституту бібліотека залишається провідним інформаційним відділом, що забезпечує інформаційно-бібліотечне обслуговування науковців, аспірантів, докторантів і фахівців. У своїй роботі бібліотека активно впроваджує інноваційні технології та сучасні методи обслуговування.

Із 1993 року в бібліотеці запроваджено автоматизацію бібліотечних процесів на основі ПЗ «Бібліотека 3.0», з 2007 року – АБІС «ІРБІС 32». Створено електронний каталог, тематичні бази даних та бази даних за окремими видами документів, що отримані бібліотекою. Автоматизовано процеси каталогізації, аналітичного розпису статей, створення списків нових надходжень, обробки літератури, друку карток, визначення авторських знаків.

З розвитком цифрових технологій ресурсна база бібліотеки значно розширилася. Електронний каталог, який містить понад 23845 записів, дозволяє здійснювати багатофакторний пошук за фаховими параметрами. Додатково створено ряд тематичних бібліографічних баз даних, зокрема: «Наукові публікації вчених Інституту (1975–2025)» – 8777 записів, що включає монографії, підручники, посібники, наукові збірники, матеріали конференцій, методичні рекомендації, нормативні документи тощо; «Дисертаційні роботи» – 234 записи; «Автореферати дисертацій» – 2698 записів; «Бібліографічні покажчики праць учених Інституту» – 5595 записів; «Велика рогата худоба. Породи» – 3329; повнотекстова база «Публікації вчених: науково-методичні видання» – 79 назв (Burkat & Boroday, 2008b).

У останні роки кількість користувачів бібліотеки становить близько 95 осіб, включно з науковцями, фахівцями, аспірантами, докторантами, книговидача – біля 4000. Обслуговування здійснюється як у традиційному форматі (читальна зала, абонемент), так і дистанційно.

Серед популярних послуг бібліотеки – міжбібліотечний абонемент (МБА), що забезпечує можливість отримання документів (оригіналів або копій), відсутніх у фонді бібліотеки, з інших установ. Також надається послуга електронної доставки документів (ЕДД), що значно розширює доступ користувачів до необхідної наукової інформації.

Інтеграція традиційних бібліотечних цінностей із новітніми технологіями дозволяє забезпечити стабільний розвиток бібліотеки як повноцінного науково-інформаційного центру в галузі тваринництва, генетики та аграрної науки загалом.

Бібліотека має читальний зал, каталог наукових і навчально-методичних видань, забезпечує відкритий доступ до світових інформаційних ресурсів та вільний доступ до мережі Інтернет. Організовано безкоштовний доступ до електронних ресурсів, що дає змогу ознайомлюватися з новітніми науковими публікаціями у відповідних галузях досліджень. До послуг користувачів – електронний каталог, власні бібліографічні та повнотекстові бази даних, а також доступ до міжнародної наукометричної платформи *Web of Science*.

У рамках проєкту *Research4Life* бібліотека отримала безкоштовний доступ до провідних світових електронних ресурсів, зокрема електронних книг, журналів, баз даних. Це створює додаткові можливості для вчених та аспірантів у проведенні наукових досліджень.

З метою інформаційного забезпечення науково-дослідної діяльності аспірантів, у бібліотеці сформовано електронну базу повнотекстових документів, яка охоплює актуальні наукові джерела з проблем розведення, селекції, генетики та біотехнології у тваринництві. До складу бази включено монографії, підручники, навчальні посібники та інші науково-освітні матеріали, що знаходяться у вільному доступі в мережі Інтернет. Відбір документів здійснювався з урахуванням наукової цінності, актуальності та відповідності тематичним напрямкам досліджень, що проводяться аспірантами. Формування такої бази спрямоване на підвищення якості підготовки наукових кадрів, розширення доступу до сучасних знань та сприяння академічній мобільності молодих учених.

Вагоме місце у бібліотечно-інформаційній діяльності посідає виставкова робота. Книжкові виставки є важливим інструментом презентації бібліотечного фонду, наукових досягнень Інституту та оперативного ознайомлення з новою літературою. У читальній залі постійно діє виставка «Наукові видання Інституту». Організуються тематичні виставки, присвячені ювілейним датам учених, міжнародним конференціям, науково-практичним заходам. Щороку готується підсумкова виставка «Наукові публікації вчених Інституту за звітний рік». Світлини виставок з описами систематично публікуються на сайті Інституту.

З урахуванням потреб користувачів, бібліотека реалізує комплексну систему бібліографічного інформування: від надання разових довідок до систематичного тематичного інформування, бібліографічних консультацій, підготовки інформаційних та тематичних списків літератури. Також здійснюється редагування списків використаних джерел відповідно до вимог ДСТУ 8302:2015 та міжнародних стилів цитування, визначення індексів УДК, авторських знаків. Індивідуальне інформаційне обслуговування надається 25 постійним абонентам. Проводяться консультації з користування платформами *Web of Science*, *Scopus*, *Research4Life*. Для аспірантів організуються навчальні семінари на теми: «Публікація наукових статей у міжнародних виданнях», «Використання інформаційних ресурсів у дисертаційному дослідженні». У 2020 році видано методичні рекомендації «Оформлення бібліографічного опису для списку використаних джерел» (відповідно до ДСТУ 8302:2015), а в 2025 році — методичні вказівки щодо використання інформаційних ресурсів у науковій діяльності.

Із 2010 року функціонує офіційний вебсайт Інституту, на якому створено розділ «Бібліотека». Тут представлено основні завдання, послуги бібліотеки, списки нових надходжень, публікації вчених за видами: наукові збірники, монографії, підручники, нормативно-виробничі документи, статті, список захищених дисертацій, документи обмінного фонду.

Інформування читачів доповнюється публікацією списків «Нові надходження», що включають книги, автореферати дисертацій, журнальні статті. Щорічно в межах курсів підвищення кваліфікації проводиться презентація наукових видань Інституту.

Бібліотека бере участь у підготовці видання «Календар знаменних і пам'ятних дат в історії сільськогосподарської дослідної справи України». Надається допомога вченим у ство-

ренні та редагуванні бібліометричних профілів, проводиться аналіз публікаційної активності в *Google Scholar*, *Web of Science*, *Scopus*.

Діяльність бібліотеки спрямована на всебічне інформаційне забезпечення наукових досліджень, освітнього процесу та професійного розвитку науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти, що сприяє реалізації стратегічних цілей Інституту.

Важливим напрямом у забезпеченні ресурсного супроводу та реалізації довідково-бібліографічної функції бібліотеки є підготовка біобібліографічних покажчиків. Вони репрезентують науковий доробок установи та її провідних учених за певні періоди, сприяючи популяризації досягнень науки й формуванню цілісного уявлення про розвиток наукових шкіл і збереження інтелектуальної спадщини.

У межах цієї діяльності працівниками бібліотеки підготовлено та опубліковано 16 біобібліографічних покажчиків, присвячених вітчизняним ученим у галузі аграрної науки. Зокрема, вийшли видання у таких серіях:

«Академіки Національної академії аграрних наук», до якої увійшли покажчики:

Буркат Валерій Петрович (2009).

Гладій Михайло Васильович (2015).

«Члени-кореспонденти Національної академії аграрних наук»:

Єфіменко Михайло Якович (2017).

Полупан Юрій Павлович (2019).

«Біобібліографія вчених-аграріїв України»:

Професор Сірацький Йосип Зенонович (2011).

Професор Подоба Борис Євгенович (2016).

Окремо, поза серійною належністю, видано біобібліографічні покажчики, підготовлені співробітниками бібліотеки, що висвітлюють наукову діяльність таких учених:

Дзіцюк Валентина Валентинівна (2019),

Шарапа Григорій Семенович (2018).

Кругляк Андрій Петрович (2017).

Петренко Іван Петрович (2008) та інші.

Ці видання становлять важливу складову бібліографічного супроводу аграрної науки України, сприяючи популяризації наукових здобутків та збереженню біографічної спадщини провідних вчених галузі. Вони також мають значення для формування позитивного іміджу наукової установи, а також для підтримки процесів наукової ідентифікації та оцінювання наукової діяльності.

Висновки. Науково-технічна бібліотека Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН є важливим інформаційним підрозділом, який ефективно забезпечує науково-дослідну, освітню та інноваційну діяльність установи; бібліотека зберігає унікальний книжковий фонд, розвиває електронні ресурси, підтримує обмін інформацією з науковими установами України та зарубіжжя.

Перспективами подальшого розвитку бібліотеки є: активізація цифровізації фондів, впровадження сучасних електронних сервісів, створення цифрового репозиторію наукових публікацій вчених Інституту, розширення партнерства в національному та міжнародному науковому просторі, продовження формування фонду цінних галузевих видань, модернізація довідково-бібліографічного апарату з урахуванням сучасних інформаційних потреб користувачів.

REFERENCES

- Fasolia, V. I., Lypova, Yu. D. (2012) Naukova biblioteka instytutu rozvedennia i henetyky tvaryn NAAN – skarbnytsia naukovykh vydan iz problem selektsii silskohospodarskykh tvaryn [The Scientific Library of the Institute of Animal Breeding and Genetics of NAAS – A Treasure Trove of Scientific Publications on Livestock Breeding Issues] *Rozvedennia i henetyka tvaryn–Animal breeding and genetics*. Kyiv, 46, 31–33. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2012_46_13

- Istoriia stanovlennia ta osnovni napriamky diialnosti* [History of formation and main areas of activity]. (2008a). In V. P. Burkat, I. S. Boroday. *Narysy z istorii instytutu* [Essays on the history of the institute] (с. 310–320). [InUkrainian]. Ahrarna nauka. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=xh5CK_cAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=pubdate&authuser=1&citation_for_view=xh5CK_cAAAAJ:zLWjf1WUPmwC
- Naukova biblioteka instytutu* [Scientific library of the institute]. (2008b). In V. P. Burkat, I. S. Boroday, *Narysy z istorii instytutu* [Essays on the history of the institute] (с. 475–479). Ahrarna nauka. [InUkrainian]. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=xh5CK_cAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=pubdate&authuser=1&citation_for_view=xh5CK_cAAAAJ:zLWjf1WUPmwC

Одержано редколегією 03.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК: 636.27(477).034.061.082.2

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.24>

ЖИВА МАСА ТЕЛИЦЬ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОХОДЖЕННЯ ЗА БАТЬКОМ ТА КРАЇНИ ЙОГО СЕЛЕКЦІЇ

Є. І. ФЕДОРОВИЧ¹, В. В. ФЕДОРОВИЧ¹, М. І. КУЗІВ¹, Н. М. КУЗІВ¹, Н. П. МАЗУР²¹Інститут Біології тварин НААН (Львів, Україна)²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького (Львів, Україна)<https://orcid.org/0000-0002-9910-7902> – Є. І. Федорович<https://orcid.org/0000-0002-4272-4045> – В. В. Федорович<https://orcid.org/0000-0002-5648-2059> – М. І. Кузів<https://orcid.org/0000-0003-0030-8665> – Н. М. Кузів<https://orcid.org/0000-0001-6244-713X> – Н. П. Мазур

loogir@ukr.net

У статті наведено результати ретроспективних досліджень динаміки живої маси телиць української чорно-рябої молочної породи впродовж десяти років. Встановлено, що телиці української чорно-рябої молочної породи у всі досліджувані вікові періоди характеризувалися досить високими показниками живої маси, у 18-місячному віці тварин вона сягала 410,2 кг. На формування зазначеної ознаки у телиць значно впливали їх батьки та країна селекції бугаїв. Найвищою живою масою у 18-місячному віці та середньодобовими приростами за весь період вирощування (0–18 місяців) відзначалися дочки бугая С. Арістотла 63026616 – 431,1 кг та 719,7 г відповідно. У більшості випадків вони вірогідно переважали потомків решти бугаїв. При цьому, слід зазначити, що кращими за ваговим ростом у більшості вікових періодів були потомки плідників російської селекції. Вони за живою масою у 6-, 12- та 18-місячному віці переважали потомків бугаїв нідерландської, угорської і німецької селекції на 10,8–37,1 кг ($P < 0,05$ – $0,001$), а за середньодобовими приростами за весь період вирощування (від народження до 18 місяців) – на 22,6–66,1 г ($P < 0,05$ – $0,001$).

Ключові слова: українська чорно-ряба молочна порода, жива маса, середньодобові прирости, відносна швидкість росту живої маси, походження за батьком, країна селекції батька

LIVE WEIGHT OF UKRAINIAN BLACK-AND-WHITE DAIRY HEIFERS DEPENDING ON THE SIRE'S ORIGIN AND COUNTRY OF BREEDING

Ye. I. Federovych¹, V. V. Federovych¹, M. I. Kuziv¹, N. M. Kuziv¹, N. P. Mazur²¹Institute of animal biology of NAAS (Lviv, Ukraine)²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies of Lviv (Lviv, Ukraine)

The article presents the results of a retrospective study on the dynamics of live weight in Ukrainian Black-and-White dairy heifers over a ten-year period. It was found that the heifers of this breed demonstrated relatively high live weight indicators at all studied age stages, reaching 410.2 kg at 18 months of age. The development of this trait was significantly influenced by the sires and the bulls' country of origin. The daughters of the bull S. Aristotle 63026616 had the highest live weight at 18 months (431.1 kg) and the highest average daily gain over the entire rearing period (0–18 months), amounting to 719.7 g. In most cases, they significantly outperformed the offspring of other bulls. Notably, the offspring of sires of Russian origin showed superior weight gain across most age periods. At 6, 12, and 18 months of age, they exceeded the live weight of the progeny of

Dutch, Hungarian, and German bulls by 10.8–37.1 kg ($P < 0.05$ – 0.001), and by 22.6–66.1 g ($P < 0.05$ – 0.001) in average daily gain from birth to 18 months of age.

Keywords: Ukrainian Black-and-White dairy breed, live weight, average daily gain, relative growth rate of live weight, sire origin, sire's country of breeding

Вступ. Практичний досвід селекції молочного скотарства переконує, що інтенсивний ріст і розвиток ремонтних телиць впливає на майбутнє формування бажаного типу будови тіла у дорослому стані, одержання міцних і високорезистентних тварин, а це є запорукою наступної високої молочної продуктивності корів, доброї їх відтворювальної здатності та тривалого господарського використання (Bashchenko et al., 2005; Trotsenko, 2010; Khmelnychy et al., 2014; Kuziv et al., 2014; Hladii et al., 2014; Siriak et al., 2019; Fedorovych et al., 2023; Rhiannon et al., 2023). Знання закономірностей індивідуального розвитку тварин і факторів, що обумовлюють цей процес, мають важливе значення, позаяк це дає змогу керувати розвитком організму тварин у необхідному для людини напрямі. Цілеспрямовано впливаючи тим чи іншим чином на однакових за якістю телят, можна виростити зовсім різних за продуктивністю корів. Для раціонального використання засобів вирощування важливо знати потенційні можливості організму кожної тварини, починаючи з її народження (Vatsky et al., 2012; Shcherbatyi et al., 2012; Fedorovych, 2012; Polupan Yu. et al., 2024).

Мета роботи – дослідити динаміку живої маси телиць української чорно-рябої молочної породи залежно від походження за батьком та країни його селекції.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведені у ДП ДГ «Олександрівське» Вінницької області на телицях української чорно-рябої молочної породи. У підконтрольних тварин шляхом ретроспективного аналізу даних зоотехнічного обліку за десять років (2011–2020 рр.) досліджували динаміку живої маси: новонароджені, 6, 12 і 18 місяців.

Для дослідження впливу походження за батьком та країни його селекції на мінливість живої маси було сформовано групи тварин, які походять від окремого бугая-плідника та групи дочок бугаїв різних країн селекції. При цьому враховували бугаїв, які мають не менше 10 дочок. У вибірку включено всього 714 корів.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel та STISTSCA-8.0. Ступінь міжгрупової диференціації оцінювали шляхом порівняння групових середніх арифметичних величин за кожною досліджуваною ознакою. Достовірність (вірогідність) різниці між груповими середніми оцінювали за критерієм достовірності Ст'юдента (t) (Petrovska et al., 2022). Різницю між середніми значеннями вважали статистично вірогідною при $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***).

Результати досліджень. На основі проведеного ретроспективного аналізу даних зоотехнічного обліку встановлено, що телиці у всі досліджувані вікові періоди характеризувалися високими показниками живої маси. Так, телички народжувалися з живою масою в середньому 36,0 кг, у 6-місячному віці цей показник становив 173,7, у 12-місячному – 294,0 і 18-місячному віці – 410,2 кг. Коефіцієнт мінливості живої маси, залежно від віку тварин, знаходився в межах 5,9–10,7%, що свідчить про досить високу консолідацію молодняку за досліджуваною ознакою.

Серед найважливіших ланок селекційного удосконалення молочної худоби чи не найголовніше місце належить інтенсивному використанню бугаїв-плідників (Shcherbatyi et al., 2015; Vechorka et al., 2018). Втім, плідники відрізняються за препотентністю, тобто не всі бугаї однаково передають дочкам свої генетичні задатки господарськи корисних ознак у певному і взаємному їх поєднанні, а тим паче, в бажаному (Pidpala et al., 2017).

Результати наших досліджень свідчать, що найвищою живою масою при народженні характеризувалися дочки бугая Ладоніса (табл. 1). За цим показником вони вірогідно ($P < 0,05$ – $0,01$) переважали потомків бугаїв Детектива, Джорнада, Ельдорадо, Кадіска, Конбео, Лобіто, Романа, Самсона, Тумпі та Фідібуса на 2,1–3,9 кг і невірогідно – дочок плідників Джокуса,

Джоріна, Канцлера, Л. Т. Молоні, Р. Джастіфайна, Роксфорда, Рівулдо, С. Аріотла, Тренда, Трубадура і Тундера – на 0,6–2,8 кг.

1. Динаміка живої маси телиць української чорно-рябої молочної породи залежно від походження за батьком, $M \pm m$, кг

Кличка та інвентарний номер батька	n	Вік тварин, місяці			
		новонароджені	6	12	18
Детектив 349159846	38	36,0 ± 0,42*	181,7 ± 2,10 ³	304,2 ± 3,81** ²	412,8 ± 3,63*
Джокус 113080315	11	37,5 ± 1,14	175,8 ± 5,48	297,4 ± 8,75*	426,7 ± 4,73 ³
Джорін 114414759	15	36,5 ± 1,17	163,7 ± 2,12*** ³	287,9 ± 4,56***	411,1 ± 8,01
Джорнадо 114386106	19	34,6 ± 0,73**	171,2 ± 2,99*	287,7 ± 4,27***	406,4 ± 5,38*
Ельдорадо 579136891	40	35,5 ± 0,64*	168,8 ± 1,80** ²	289,1 ± 3,00***	413,0 ± 2,48*
Жамес 373870016	13	36,2 ± 0,96	179,4 ± 2,67 ¹	301,0 ± 3,18*** ¹	415,2 ± 5,53
Кадіско 578904182	44	35,9 ± 0,65*	166,3 ± 1,32*** ³	283,8 ± 2,73*** ³	405,2 ± 3,12**
Канцлер 768305280	13	37,2 ± 0,65	183,0 ± 4,32 ¹	307,4 ± 4,61* ²	422,1 ± 4,70 ¹
Конбео 579810507	13	34,3 ± 1,03**	163,8 ± 2,62*** ³	283,6 ± 3,09*** ²	407,8 ± 3,60*
Л. Т. Малоні 62294308	16	36,6 ± 1,04	176,7 ± 3,16	290,4 ± 3,46***	404,2 ± 5,1**
Ладоніс 348082142	30	38,1 ± 0,84 ¹	175,6 ± 2,33	307,1 ± 4,64* ²	419,3 ± 5,04
Лобіто 173740907	34	35,9 ± 0,70*	163,4 ± 1,81*** ³	280,0 ± 1,87*** ³	399,6 ± 3,60*** ²
Р. Джастіфай 137513097	15	36,9 ± 0,90	182,9 ± 2,61 ³	313,9 ± 2,61 ³	430,9 ± 5,97 ³
Рексфорд 135654455	11	35,3 ± 1,16	165,9 ± 2,22*** ³	284,2 ± 8,08***	401,2 ± 7,43*
Роман 660886883	41	35,3 ± 0,56**	178,5 ± 1,81 ¹	300,1 ± 3,24**	410,8 ± 3,70*
Рувілло 347440967	34	37,2 ± 0,72	176,8 ± 2,69	295,4 ± 3,66***	412,5 ± 4,73*
С. Аріотл 63026616	13	37,0 ± 0,80	181,6 ± 3,39 ¹	325,7 ± 7,02 ³	431,1 ± 7,85 ²
Самсон 3014630920	12	34,2 ± 0,93**	169,3 ± 1,94*** ¹	269,7 ± 4,45*** ³	382,7 ± 5,09*** ³
Тренд 2761400782690	45	36,2 ± 0,53	176,6 ± 1,99	291,1 ± 3,98***	401,5 ± 4,25*** ¹
Трубадур 343643346	12	35,7 ± 1,29	176,4 ± 5,37	298,5 ± 9,03*	405,2 ± 9,27*
Тумпі 112367468	16	35,3 ± 1,03*	173,3 ± 2,94	282,9 ± 6,01***	393,6 ± 6,46*** ¹
Тундер 373830285	23	36,0 ± 0,73	178,2 ± 2,16 ¹	301,5 ± 3,12*** ¹	411,0 ± 3,79*
Фідібус 579888341	54	35,4 ± 0,57**	167,9 ± 1,58*** ³	286,3 ± 2,09*** ³	414,4 ± 3,08
Інші бугаї-плідники	152	35,8 ± 0,32*	175,6 ± 1,20	295,9 ± 1,83***	410,9 ± 2,05*

Примітка: У цій та наступній таблицях достовірність різниці наведена при порівнянні з найвищим значенням ознаки (* – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$) та з середнім по стаду (1 – $P < 0,05$; 2 – $P < 0,01$; 3 – $P < 0,001$).

Кращими за живою масою у 6-місячному віці виявилися дочки бугая Канцлера. Однак за цим показником вони вірогідно ($P < 0,05$ – $0,001$) переважали лише ровесниць, що походили від бугаїв Джоріна, Джорнада, Ельдорада, Кадіска, Конбео, Лобіта, Рексфорда, Самсона і Фідібуса – на 11,8–19,6 кг.

У 12- та 18-місячному віці найвища жива маса відмічена у дочок бугая С. Аріотла та у більшості випадків вони вірогідно переважали потомків решти бугаїв.

При порівнянні живої маси дочок окремих бугаїв у період вирощування з середнім значенням цього показника по стаду встановлено, що новонароджені потомки бугая Ладоніса переважали середній показник на 2,1 кг ($P < 0,05$), у 6-місячному віці дочки Детектива, Жамеса, Канцлера, Р. Джастіфая, Романа, С. Аріотла і Тундера переважали середнє значення на 4,5–9,3 кг ($P < 0,05$, $P < 0,001$), а нащадки бугаїв Джоріна, Ельдорада, Конбеа, Лобіта, Роксфорда, Самсона і Фідібуса поступалися йому на 4,4–10,3 кг ($P < 0,05$ – $0,001$). У 12-місячному віці жива маса дочок бугаїв Детектива, Жамеса, Канцлера, Ладоніса, Р. Джастіфая, С. Аріотла і Тундера було вищою за середнє значення по стаду на 7,0–31,7 кг ($P < 0,05$ – $0,001$), а у потомків плідників Кадіска, Конбеа, Лобіта, Самсона і Фідібуса нижчою на 7,7–24,3 кг ($P < 0,01$ –

0,001), у 18-місячному дочка бугаїв Джокуса, Канцлера, Р. Джастіфая і С. Аріотла переважали середнє значення на 11,9–20,9 кг ($P < 0,05$ –0,001), а нащадки бугаїв Лібіта, Самсона, Тренда і Тумпі поступалися йому на 10,6–27,5 кг ($P < 0,05$ –0,001). У інших випадках різниця між живою масою дочок окремих бугаїв та середнім значенням по стаду була невірогідною.

Про інтенсивність росту тварин найкраще можна судити за величиною середньодобового приросту їхньої живої маси. Найвищими середньодобовими приростами від народження до 6-місячного віку відзначалися потомки бугая Р. Джастіфайна, від 6 до 12 та за період вирощування від народження до 18 місяців – потомки бугая С. Аріотла, а від 12- до 18-місячного віку – дочка плідника Джокуса (табл. 2).

2. Середньодобовий прирости живої маси корів у період їх вирощування залежно від походження за батьком, $M \pm m$, г

Кличка та інвентарний номер батька	n	Вікові періоди, місяці			
		0–6	6–12	12–18	0–18
Детектив 349159846	38	796,2 $\pm$ 11,33 ³	673,2 $\pm$ 18,92**	593,2 $\pm$ 16,57**	687,6 $\pm$ 6,48
Джокус 113080315	11	756,1 $\pm$ 30,34	668,3 $\pm$ 38,46*	706,4 $\pm$ 34,85 ¹	710,4 $\pm$ 8,35 ²
Джорін 114414759	15	695,4 $\pm$ 14,43*** ³	682,4 $\pm$ 23,39**	672,9 $\pm$ 28,34	683,6 $\pm$ 13,49
Джорнадо 114386106	19	746,3 $\pm$ 17,87*	640,2 $\pm$ 24,29***	648,5 $\pm$ 30,00	678,4 $\pm$ 9,30*
Ельдорадо 579136891	40	727,5 $\pm$ 10,53*** ¹	661,8 $\pm$ 15,45***	677,2 $\pm$ 16,21 ¹	688,9 $\pm$ 4,82
Жамес 373870016	13	782,3 $\pm$ 15,85	668,2 $\pm$ 11,60***	623,8 $\pm$ 18,17*	691,5 $\pm$ 10,23
Кадіско 578904182	44	712,9 $\pm$ 7,51*** ³	645,6 $\pm$ 16,43***	662,9 $\pm$ 12,56 ¹	673,8 $\pm$ 5,69**
Канцлер 768305280	13	797,0 $\pm$ 25,0	683,4 $\pm$ 31,44*	627,15 $\pm$ 22,33	702,6 $\pm$ 8,87 ¹
Конбео 579810507	13	707,9 $\pm$ 18,89*** ¹	658,1 $\pm$ 22,42**	678,4 $\pm$ 18,45 ¹	681,5 $\pm$ 6,68*
Л. Т. Малоні 62294308	16	765,4 $\pm$ 17,0	624,7 $\pm$ 19,79***	621,9 $\pm$ 24,39	670,7 $\pm$ 9,57**
Ладоніс 348082142	30	751,2 $\pm$ 11,86*	722,5 $\pm$ 24,20 ¹	613,1 $\pm$ 23,36*	695,6 $\pm$ 9,47
Лобіто 173740907	34	696,7 $\pm$ 11,23*** ³	640,4 $\pm$ 14,44***	654,0 $\pm$ 11,96	663,8 $\pm$ 5,54*** ²
Р. Джастіфай 137513097	15	797,8 $\pm$ 15,44 ²	719,4 $\pm$ 33,01	639,3 $\pm$ 23,00	718,9 $\pm$ 10,94 ²
Рексфорд 135654455	11	713,9 $\pm$ 10,91*** ³	649,9 $\pm$ 48,38*	639,3 $\pm$ 45,11	667,7 $\pm$ 13,83*
Роман 660886883	41	782,4 $\pm$ 10,42 ²	668,1 $\pm$ 14,73***	605,0 $\pm$ 10,92*** ²	685,2 $\pm$ 7,11*
Рувілло 347440967	34	762,9 $\pm$ 15,21	651,7 $\pm$ 22,97***	639,7 $\pm$ 23,99	684,8 $\pm$ 8,10*
С. Аріотл 63026616	13	791,9 $\pm$ 19,03 ¹	791,6 $\pm$ 30,65 ³	575,9 $\pm$ 27,40*** ¹	719,7 $\pm$ 14,63 ¹
Самсон 3014630920	12	738,2 $\pm$ 8,96**	551,3 $\pm$ 20,55***	617,5 $\pm$ 18,75*	635,8 $\pm$ 8,17*** ³
Тренд 2761400782690	45	766,6 $\pm$ 11,55	629,8 $\pm$ 14,62*** ¹	603,4 $\pm$ 11,84*** ¹	666,7 $\pm$ 7,85*** ¹
Трубадур 343643346	12	769,1 $\pm$ 28,49	670,8 $\pm$ 28,11**	582,9 $\pm$ 26,42*** ¹	674,3 $\pm$ 16,42*
Тумпі 112367468	16	754,1 $\pm$ 14,78	602,0 $\pm$ 22,51*** ¹	604,9 $\pm$ 13,17* ¹	653,7 $\pm$ 11,56*** ²
Тундер 373830285	23	777,1 $\pm$ 12,57	677,5 $\pm$ 13,25**	598,0 $\pm$ 13,27*** ²	684,2 $\pm$ 7,20*
Фідібус 579888341	54	724,0 $\pm$ 8,46*** ²	650,9 $\pm$ 13,30***	699,8 $\pm$ 13,37 ³	691,6 $\pm$ 5,50
Інші бугаї-плідники	152	763,5 $\pm$ 6,74	661,3 $\pm$ 8,32	628,4 $\pm$ 7,90	684,5 $\pm$ 3,75

Найвища відносна швидкість росту у потомків усіх бугаїв спостерігалася до 6-місячного віку (табл. 3). З кожним наступним віковим періодом цей показник знижувався. Від народження до 6 місяців найвища відносна швидкість росту відмічена у дочок бугая Романа, від 6 до 12 місяців – у нащадків бугая С. Аріотла, від 12 до 18 місяців – у дочок бугая Джокуса, а за період вирощування від народження до 18-місячного віку – у дочок бугая Конбео.

У генетичному поліпшенні вітчизняних молочних порід впродовж останніх десятиліть широко використовують бугаїв-плідників країн різної селекції. Практикою тваринництва доведено, що тварини однієї і тієї ж породи, яких розводять у різних умовах чи різних країнах відрізняються між собою за рівнем розвитку селекційних ознак (Bashchenko et al., 2020; Kuziv et al., 2022; Liuta, 2025).

3. Відносна швидкість росту живої маси корів телиць залежно від походження за батьком, $M \pm t$, %

Кличка та інвентарний номер батька	n	Вікові періоди, місяці			
		0–6	6–12	12–18	0–18
Детектив 349159846	38	133,7 $\pm$ 0,83 ²	50,3 $\pm$ 1,19**	30,4 $\pm$ 0,91* ²	167,9 $\pm$ 0,38
Джокус 113080315	11	129,4 $\pm$ 2,39	51,4 $\pm$ 2,63	36,0 $\pm$ 2,23	167,7 $\pm$ 0,88
Джорін 114414759	15	127,1 $\pm$ 2,19**	54,9 $\pm$ 1,54 ¹	35,1 $\pm$ 1,15	167,4 $\pm$ 0,76
Джорнадо 114386106	19	132,5 $\pm$ 1,71	50,8 $\pm$ 1,78*	34,2 $\pm$ 1,53	168,6 $\pm$ 0,55
Ельдорадо 579136891	40	130,3 $\pm$ 1,19*	52,6 $\pm$ 1,06*	35,4 $\pm$ 0,94 ¹	168,3 $\pm$ 0,57
Жамес 373870016	13	132,7 $\pm$ 1,73	50,7 $\pm$ 0,90**	31,8 $\pm$ 0,70	167,9 $\pm$ 0,88
Кадіско 578904182	44	129,1 $\pm$ 1,07**	52,1 $\pm$ 1,15*	35,3 $\pm$ 0,67 ²	167,4 $\pm$ 0,57
Канцлер 768305280	13	132,2 $\pm$ 1,86	50,8 $\pm$ 2,41	31,5 $\pm$ 1,18	167,6 $\pm$ 0,65
Конбео Ред 579810507	13	130,6 $\pm$ 2,30	53,6 $\pm$ 1,77	35,9 $\pm$ 0,98 ²	169,0 $\pm$ 0,87
Л. Т. Малоні 62294308	16	131,3 $\pm$ 1,73	48,8 $\pm$ 1,62**	32,7 $\pm$ 1,19	166,7 $\pm$ 0,94
Ладоніс 348082142	30	128,7 $\pm$ 1,23*** ¹	54,3 $\pm$ 1,52	31,0 $\pm$ 1,20	166,6 $\pm$ 0,79*
Лобіто 173740907	34	127,8 $\pm$ 1,38*** ¹	52,6 $\pm$ 1,20*	35,2 $\pm$ 0,58 ³	167,0 $\pm$ 0,67
Р. Джастіфай 137513097	15	132,7 $\pm$ 1,64	52,4 $\pm$ 1,84	31,6 $\pm$ 1,43	168,4 $\pm$ 0,79
Рексфорд 135654455	11	130,0 $\pm$ 1,67	52,1 $\pm$ 3,05	34,3 $\pm$ 2,53	167,6 $\pm$ 1,13
Роман 660886883	41	133,8 $\pm$ 1,06 ¹	50,7 $\pm$ 0,91**	31,2 $\pm$ 0,57* ²	168,2 $\pm$ 0,60
Рувілло 347440967	34	130,3 $\pm$ 1,35*	50,2 $\pm$ 1,67**	33,1 $\pm$ 1,19	166,9 $\pm$ 0,51*
С.Арісотл 63026616	13	132,6 $\pm$ 1,63	56,7 $\pm$ 1,57 ³	27,9 $\pm$ 1,39*** ³	168,5 $\pm$ 0,90
Самсон 3014630920	12	132,8 $\pm$ 1,26	45,6 $\pm$ 1,28*** ³	34,7 $\pm$ 1,10	167,2 $\pm$ 0,60
Тренд 2761400782690	45	131,8 $\pm$ 1,12	48,9 $\pm$ 0,76*** ²	32,0 $\pm$ 0,67	166,8 $\pm$ 0,58*
Трубадур 343643346	12	132,5 $\pm$ 2,29	51,4 $\pm$ 1,49*	30,5 $\pm$ 1,49	167,6 $\pm$ 1,11
Тумпі 112367468	16	132,3 $\pm$ 1,54	47,9 $\pm$ 1,28*** ¹	32,8 $\pm$ 0,82	167,0 $\pm$ 0,96
Тундер 373830285	23	132,7 $\pm$ 1,36	51,4 $\pm$ 0,89**	30,7 $\pm$ 0,66* ³	167,7 $\pm$ 0,70
Фідібус 579888341	54	130,4 $\pm$ 0,93 *	52,2 $\pm$ 1,00*	35,5 $\pm$ 0,64 ³	168,5 $\pm$ 0,47
Інші бугаї-плідники	152	132,0 $\pm$ 0,63	51,0 $\pm$ 0,57	32,6 $\pm$ 0,42	167,9 $\pm$ 0,30

Телиці, які походили від бугаїв різної селекції, відрізнялися між собою за показниками живої маси (табл. 4).

4. Динаміка живої маси телиць залежно від країни селекції батька, $M \pm t$

Країна селекції	n	Вік тварин, місяці			
		новонароджені	6	12	18
Канада (7 бугаїв)	44	36,4 $\pm$ 0,51	180,3 $\pm$ 1,74 ³	303,1 $\pm$ 2,40 ³	416,3 $\pm$ 3,14
Нідерланди (3 бугаї)	43	36,1 $\pm$ 0,66	166,5 $\pm$ 2,03*** ³	283,0 $\pm$ 2,22*** ³	402,2 $\pm$ 2,75** ²
Німеччина (19 бугаїв)	449	35,9 $\pm$ 0,18	173,2 $\pm$ 0,64**	292,9 $\pm$ 1,06**	410,2 $\pm$ 1,16*
російська федерація (4 бугаї)	11	35,4 $\pm$ 1,11	184,0 $\pm$ 4,11 ¹	307,5 $\pm$ 4,81 ²	422,0 $\pm$ 5,35 ¹
США (10 бугаїв)	76	36,7 $\pm$ 0,42	175,0 $\pm$ 1,49*	301,5 $\pm$ 3,07 ¹	416,8 $\pm$ 2,96 ¹
Угорщина (3 бугаї)	15	34,5 $\pm$ 0,93*	168,5 $\pm$ 1,72** ²	270,5 $\pm$ 3,67*** ³	384,9 $\pm$ 4,33*** ³
Україна (6 бугаїв)	30	35,9 $\pm$ 0,71	177,0 $\pm$ 1,78	295,7 $\pm$ 3,11*	400,7 $\pm$ 4,11** ¹
Інші країни	46	35,0 $\pm$ 0,61	175,5 $\pm$ 2,55	297,1 $\pm$ 4,41	413,9 $\pm$ 3,98

Найменша різниця за живою масою спостерігалася у новонароджених тварин. Так, між дочками бугаїв селекції США (найвище значення) і угорської селекції (найнижче значення) різниця становила 2,2 кг ($P < 0,05$). У 6-; 12- та 18-місячному віці найвищою живою масою характеризувалися потомки бугаїв російської селекції. За цим показником вони переважали дочок бугаїв нідерландської, німецької і угорської селекції, залежно від вікового періоду, на 10,8–37,1 кг ($P < 0,05$ – $0,001$). Крім цього, у 6-місячному віці вони переважали ще й дочок

бугаїв селекції США на 9,0 ($P < 0,05$), а у 12- та 18-місячному – потомків української селекції на 11,8 ($P < 0,05$) та 21,3 кг ($P < 0,01$) відповідно. У інших випадках різниця була недостовірною.

Середнє значення живої маси по стаду у 6-місячному віці переважали потомки канадської селекції на 6,6 ($P < 0,001$) і російської – на 10,3 ($P < 0,05$), а поступалися цьому значенню дочки плідників нідерландської селекції на 7,2 ($P < 0,001$) і угорської – на 5,2 кг ($P < 0,01$). У 12-місячному віці середній показник живої маси по стаду переважали дочки бугаїв канадської, російської і американської селекції на 7,5–13,5 ($P < 0,05–0,001$) та поступалися цьому показнику потомки бугаїв нідерландської і угорської селекції – на 11,0–23,5 ($P < 0,001$). Натомість у 18-місячному віці середнє значення живої маси по стаду переважали потомки бугаїв російської і американської селекції на 6,6–11,8 ($P < 0,05$) та поступалися – дочки бугаїв нідерландської, угорської і української селекції на 8,0–25,3 кг ($P < 0,01–0,001$). У інших випадках різниця була невірогідною.

Виявлені певні відмінності між потомками бугаїв різної селекції за середньодобовими приростами живої маси (табл. 5). За цим показником у віковий період від народження до 6 місяців дочки бугаїв російської селекції переважали потомків бугаїв нідерландської, німецької, американської і угорської селекції на 56,8–99,9 г ($P < 0,05–0,001$). У віковий період від 6 до 12 місяців дочки плідників селекції США за названою ознакою переважали особин, що походять від бугаїв нідерландської, німецької і української селекції, на 37,4–55,1 г ($P < 0,05–0,01$), а у віковий період 12–18 місяців тварини нідерландської селекції переважали дочок бугаїв канадської і української селекції на 32,3–77,5 г ($P < 0,05; 0,001$). За весь період вирощування від народження до 18 місяців середньодобовий приріст у потомків бугаїв російської селекції був вищим, ніж у дочок бугаїв нідерландської, німецької, угорської і української селекції на 22,6–66,1 г ($P < 0,05–0,001$). У інших випадках різниця за середньодобовими приростами при порівнянні з найвищим значенням була недостовірною.

5. Середньодобовий приріст живої маси корів у період їх вирощування залежно від країни селекції батька, $M \pm m, г$

Країна селекції	n	Вікові періоди, місяці			
		0–6	6–12	12–18	0–18
Канада (7 бугаїв)	44	786,3 $\pm$ 10,13 ²	674,6 $\pm$ 8,49	619,0 $\pm$ 11,13*	693,3 $\pm$ 5,82
Нідерланди (3 бугаї)	43	712,3 $\pm$ 11,48*** ³	640,1 $\pm$ 12,80**	651,3 $\pm$ 10,53	667,9 $\pm$ 5,21** ²
Німеччина (19 бугаїв)	449	750,0 $\pm$ 3,56**	657,8 $\pm$ 5,08*	640,9 $\pm$ 4,96	682,9 $\pm$ 2,09*
російська федерація (4 бугаї)	11	812,2 $\pm$ 22,85 ¹	678,8 $\pm$ 14,32	625,4 $\pm$ 18,86	705,5 $\pm$ 9,78 ¹
США (10 бугаїв)	76	755,4 $\pm$ 8,28*	695,2 $\pm$ 14,57 ¹	630,2 $\pm$ 11,64	693,6 $\pm$ 5,46
Угорщина (3 бугаї)	15	732,2 $\pm$ 10,05** ¹	560,4 $\pm$ 18,85 ³	625,1 $\pm$ 15,45	639,4 $\pm$ 6,82** ³
Україна (6 бугаїв)	30	771,4 $\pm$ 10,61	651,8 $\pm$ 15,25*	573,8 $\pm$ 11,70*** ³	665,7 $\pm$ 7,32** ¹
Інші країни	46	767,3 $\pm$ 14,69	668,6 $\pm$ 21,92	638,3 $\pm$ 21,23	691,4 $\pm$ 7,64

Середнє значення середньодобового приросту живої маси по стаду у віковий період від народження до 6 місяців вірогідно ($P < 0,05–0,001$) переважили дочки бугаїв канадської і російської селекції, однак поступалися йому потомки бугаїв нідерландської і угорської селекції, у віковий період 6–12 місяців – дочки бугаїв селекції США та Угорщини, у віковий період 0–18 місяців – потомки бугаїв російської, нідерландської, угорської і української селекції. У віковий період 12–18 місяців цьому показнику вірогідно ($P < 0,001$) поступалися дочки плідників української селекції. У інших випадках, при порівнянні середньодобового приросту дочок бугаїв різної селекції з середнім значенням по стаду різниця була недостовірною.

Відносна швидкість росту живої маси від народження до 6 місяців та за весь період до 18 місяців найвищою була у дочок бугаїв російської селекції, від 6 до 12 місяців – у потомків бугаїв селекції США, а від 12 до 18 місяців – у дочок бугаїв угорської селекції (табл. 6). За цим показником найбільші відмінності між потомками бугаїв різної селекції виявлені у віко-

вий період 12–18 місяців, а за весь період вирощування (від народження до 18 місяців) різниця між дочками плідників різної селекції була недостовірною.

6. Відносна швидкість росту живої маси корів у період їх вирощування залежно від країни селекції батька, $M \pm m$, %

Країна селекції	n	Вікові періоди, місяці			
		0–6	6–12	12–18	0–18
Канада (7 бугаїв)	44	132,7 ± 1,00	50,8 ± 0,57*	31,5 ± 0,52** ²	167,8 ± 0,48
Нідерланди (3 бугаї)	43	128,5 ± 1,22** ¹	51,9 ± 1,07	34,8 ± 0,53 ²	167,0 ± 0,60
Німеччина (19 бугаїв)	449	131,1 ± 0,34*	51,3 ± 0,34	33,5 ± 0,26	167,7 ± 0,16
російська федерація (4 бугаї)	11	135,4 ± 2,11 ¹	50,4 ± 1,19	31,4 ± 0,92*	169,1 ± 0,97
США (10 бугаїв)	76	130,4 ± 0,78*	52,9 ± 0,88	32,3 ± 0,66*	167,5 ± 0,40
Угорщина (3 бугаї)	15	132,1 ± 1,55	46,4 ± 1,27*** ³	34,9 ± 0,88 ¹	167,2 ± 0,62
Україна (6 бугаїв)	30	132,6 ± 1,27	50,2 ± 0,98*	30,2 ± 0,52*** ³	167,1 ± 0,63
Інші країни	46	133,2 ± 1,31	51,4 ± 1,44	33,0 ± 1,19	168,7 ± 0,64

Висновки. 1. Телиці української чорно-рябої молочної породи у всі досліджувані вікові періоди характеризувалися досить високими показниками живої маси і у 18-місячному віці ця ознака сягала 410,2 кг.

2. На формування живої маси телиць значно впливали батьки та країна їх селекції. Найвищою живою масою у 6-, 12- і 18-місячному віці та середньодобовими приростами від народження до 12-місячного віку відзначалися дочки бугая С. Аріотла 63026616 та у більшості вікових періодів – потомки плідників російської селекції. У дочок підконтрольних бугаїв та тварин, одержаних від плідників із різних країн селекції, найвища відносна інтенсивність росту живої маси спостерігалася у віковий період від народження до 6-місячного віку.

REFERENCES

- Bashchenko, M. I., & Khmelnychiy, L. M. (2005). Vahovi ta liniini parametry eksterieru telyts ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Weight and linear parameters of an exterior heifer of the Ukrainian Red-and-White dairy breed] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 39, 41–47. [In Ukrainian].
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., & Tkach, Ye. F. (2020). Vplyv henotypovykh i paratypovykh faktoriv na produktyvnist molochnoi khudoby [The influence of genotypic and paratypic factors on the productivity of dairy cattle] *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 3, 55–60. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-08>
- Fedorovych, V. V. (2012). Zhyva masa ta liniinyi rist koriv airshyrskoi porody v umovakh zachidnoho rehionu Ukrainy [Live weight and linear growth of Ayrshire cows in the conditions of the western region of Ukraine] *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho – Scientific Bulletin of the S. Z. Gzhytsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 14, 2(52), Ch. 2, 343–347. [In Ukrainian].
- Fedorovych, V. V., (2012). Zhyva masa ta eksterierni osoblyvosti koriv buroi karpatskoi porody [Live weight and exterior features of brown Carpathian cows] *Naukovo-tekhnichnyi biulleten Instytutu biolohii tvaryn NAAN ta DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok*, 13, 3–4, 294–298. [In Ukrainian].
- Fedorovych, V. V., Shpyt, I. V., Fedorovych, Ye. I., Kuziv, M. I., & Kuziv, N. M. (2023). Vplyv fenotypovykh oznak koriv na yikh molochnu produktyvnist [The influence of phenotypic traits of cows on their milk productivity] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn – Scientific and technical bulletin of the State Research Control Institute of*

- Veterinary Drugs and Feed Additives and the Institute of Animal Biology*, 24(2), 239–250. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.36359/scivp.2023-24-2.26>
- Hladii, M. V., Polupan, Yu. P., & Bazyshyna, I. V. (2014). Vplyv henetychnykh i paratypovykh chynnykiv na hospodarsky korysni oznaky koriv [The influence of genetic and paratypic factors on the economically useful traits of cows] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 48, 48–61. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M., & Loboda, V. P. (2014). Kharakterystyka remontnykh telyts ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody za rozvytkom zhyvoi masy [Characteristic repair heifers of Ukrainian Red-and-White dairy breed on development of living mass] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnystvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 2/2 (25), 10–13. [In Ukrainian].
- Kuziv, M. I., & Fedorovych, Ye. I. (2014). Zalezhnist molochnoi produktyvnosti koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody vid zhyvoi masy v per iod yikh vyroshchuvannia. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnystvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 2/2(25), 68–72. [In Ukrainian].
- Kuziv, M. I., Fedorovych, Ye. I., Kuziv, N. M., & Fedorovych, V. V. (2022). Minlyvist selektsiinykh oznak u koriv zalezhno vid krainy selektsii buhaia [Variability of selection traits in cows depending on the country of bulls selection] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 63, 63–70. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.63.07>
- Liuta, I. M. (2025). Vplyv pokhodzhennia za batkom na pokaznyky rostu ta vidtvoriuvalni yakosti telyts holshtynskoi porody [The influence “breeding bull” on growth indicators and reproductive traits of holstein heifers] *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin*, 142, 2, 207–215. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.26>
- Petrovska, I., Salyha, Yu., & Vudmaska, I. (2022). *Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhen-niakh*. Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Pidpala, T. V., & Bodnar, S. O. (2017). Uspadkuvannia selektsiinykh oznak potomstvom buhaiv-plidnykiv holshtynskoi porody [Inheritance of selective features by offspring of bull-sires of Holstein breed] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 53, 173–179. [In Ukrainian].
- Polupan, Yu., & Pryima, S. (2024). Spivvidnosna minlyvist rostu telyts ta eksterieru pervistok z molochnoi produktyvnistiu koriv [Correlative variability of growth of heifers and exterior of first-calf heifers with milk productivity of cows] *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 102(5), 31–41. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-04>
- Rhiannon, C. Handcock, & Dorian, J. Garrick. (2025). Estimated genetic parameters for mature cow live weights during lactation in a multi-breed dairy cattle population. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 68, 3, 547–554. <https://doi.org/10.1080/00288233.2023.2261875>
- Shcherbatyi, Z. Ye., & Bodnar, P. V. (2015). Molochna produktyvnist koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody dochok riznykh holshtynskykh buhaiv [Milk productivity of Ukrainian black-and-white dairy breed cows of daughters of different Holstein bulls] *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Hzhyskoho – Scientific Bulletin of the S. Z. Gzhysky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 17, 3 (63), 347–354. [In Ukrainian].
- Shcherbatyi, Z. Ye., Bodnar, P. V., Muzyka, L. I., & Kropyvka, Yu. H. (2012). Osoblyvosti rostu zhyvoi masy telyts riznykh henotypiv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody ta yikh vidpovidnist parametram bazhanoho typu [Peculiarities of growth of live weight of heifers of different genotypes of the Ukrainian Black-and-White dairy breed and their compliance with the parameters of the desired type] *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhyskoho – Scientific Bulletin of the*

- S. Z. Gzhytsky *Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 14, 3 (53), Ch. 3, 218–227. [In Ukrainian].
- Siriak, V. A., Polupan, Yu. P., & Stavetska, R. V. (2019). Kharakterystyka za rostom ta molochnoi produktivnistiu koriv napivsester za batkom [Characteristics of half-siblings cow's by growth and milk productivity] *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynnytstva – Animal Husbandry Products Production and Processing*, 2, 33–42. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2019-150-2-33-42>
- Trotsenko, Z. H. (2010). Vplyv tempiv rozvytku remontnykh telyts ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody na molochnu produktivnist koriv-pervistok [The influence of the development rate of replacement heifers of the Ukrainian Black-and-White dairy breed on the milk productivity of primiparous cows] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2(57), 79–81. [In Ukrainian].
- Vatsky, V. F., & Velychko, S. A. (2012). Pokaznyky rannoho ontogenezu molochnoi khudoby i mozhlyvosti yikh vykorystannia dlia pidvyshchennia produktivnosti molochnykh stad [Indicators of early ontogenesis of dairy cattle and the possibility of their use to increase the productivity of dairy herds] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2(65), 118–122. [In Ukrainian].

Одержано редколегією 07.07.2025 р.
Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.4.033.082.2

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.25>

НОВА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СЕЛЕКЦІЙНОГО ІНДЕКСУ: АКЦЕНТ НА ВІДБІР ВИСОПРОДУКТИВНИХ КНУРІВ І СВИНОМАТОК ЗА ВІДГОДІВЕЛЬНИМИ І М'ЯСНИМИ ЯКОСТЯМИ ЇХ ПОТОМСТВА

**В. І. ХАЛАК¹, О. М. БОРДУН², А. Б. КОЗАК³, С. Д. КУЧЕР⁴, М. О. ІЛЬЧЕНКО⁵,
А. С. СЯБРО⁵**

¹Державна установа Інститут зернових культур НААН (Дніпро, Україна)

²Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН (Сад, Україна)

³Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені
С. З. Гжицького (Львів, Україна)

⁴Інститут свиначства і агропромислового виробництва НААН (Полтава, Україна)

⁵Полтавський державний аграрний університет (Полтава, Україна)

<https://orcid.org/0000-0002-4384-6394> – В. І. Халак

<https://orcid.org/0000-0001-6144-771X> – О. М. Бордун

<https://orcid.org/0009-0003-9927-8853> – А. Б. Козак

<https://orcid.org/0009-0005-4708-7945> – С. Д. Кучер

<https://orcid.org/0000-0003-0163-1384> – М. О. Ільченко

<https://orcid.org/0000-0001-6808-2223> – А. С. Сябро

v16kh91@gmail.com

Метою роботи було дослідити відгодівельні і м'ясні якості молодняку свиней великої білої породи угорського походження, та визначити критерії відбору кнурів і свиноматок категорії «покращувачі» за абсолютними кількісними ознаками та новою математичною моделлю селекційного індексу Kh_3 . Установлено, що молодняк свиней великої білої породи угорського походження характеризується достатньо високими показниками відгодівельних і м'ясних якостей, а за віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпигу на рівні 6–7 грудних хребців і довжиною охолодженої туші переважає мінімальні вимоги до класу «еліта» на 6,31, 31,0 і 3,82% відповідно. Достовірну різницю між тваринами II і I піддослідних груп установлено за середньодобовим приростом живої маси (41,0 г; $t_d = 4,03$), віком досягнення живої маси 100 кг (6,2 доби; $t_d = 4,59$), товщиною шпигу на рівні 6–7 грудних хребців (2,4 мм; $t_d = 3,03$), довжиною охолодженої туші (0,9 см; $t_d = 2,19$), довжиною беконної половинки охолодженої півтуші (2,5 см; $t_d = 2,71$), найбільшою (передньою) шириною беконної половини туші (2,8 см; $t_d = 2,85$), найменшою (задньою) шириною беконної половини туші (1,5 см; $t_d = 2,11$). Кількість високодостовірних ($P < 0,001$) коефіцієнтів парної кореляції між індексом Kh_3 , а також абсолютними показниками, що характеризують відгодівельні і м'ясні якості молодняку свиней великої білої породи становить 85,71%. Зазначене свідчить про ефективність використання нової математичної моделі Kh_3 у селекційній роботі з поголів'ям свиней підконтрольних популяцій. До категорії «покращувачі» належать свиноматки і кнури-плідники, потомство, у яких відгодівельні і м'ясні якостей відповідають класу «еліта», а індекс Kh_3 варіює у межах від –2,590 до –0,018 балів.

Ключові слова: молодняк свиней, порода, відгодівельні і м'ясні якості, селекційний індекс, коефіцієнт мінливості, коефіцієнт парної кореляції

A NEW MATHEMATICAL MODEL OF THE BREEDING INDEX: FOCUSING ON THE SELECTION OF HIGHLY PRODUCTIVE BOARS AND SOWS FOR THE FATTENING AND MEAT QUALITIES OF THEIR OFFSPRING

V. I. Khalak¹, O. M. Bordun², A. B. Kozak³, S. D. Kucher⁴, M. O. Ilchenko⁵, A. S. Siabro⁵

© В. І. ХАЛАК, О. М. БОРДУН, А. Б. КОЗАК, С. Д. КУЧЕР, М. О. ІЛЬЧЕНКО, А. С. СЯБРО, 2025

Розведення і генетика тварин. 2025. Вип. 70

¹State institution Institute of Grain Crops of NAAS (Dnipro, Ukraine)

²Institute of Agriculture of Northern East of NAAS (Sad, Ukraine)

³Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology S. Z. Gzhytsky (Lviv, Ukraine)

⁴Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production, NAAS (Poltava, Ukraine)

⁵Poltava State Agrarian University (Poltava, Ukraine)

The aim of the work was to investigate the fattening and meat qualities of young pigs of the Large White breed of Hungarian origin, and to determine the criteria for selecting boars and sows of the “improvers” category based on absolute quantitative characteristics and a new mathematical model of the selection index Kh_3 . It was established that young pigs of the Large hite breed of Hungarian origin are characterized by sufficiently high indicators of fattening and meat qualities, and in terms of the age of reaching a live weight of 100 kg, the thickness of the fat at the level of 6–7 thoracic vertebrae and the length of the chilled carcass exceed the minimum requirements for the «elite» class by 6.31, 31.0 and 3.82%, respectively. A significant difference between animals of the II and I experimental groups was established in terms of average daily gain in live weight (41.0 g; $t_d = 4.03$), age at reaching a live weight of 100 kg (6.2 days; $t_d = 4.59$), fat thickness at the level of 6–7 thoracic vertebrae (2.4 mm; $t_d = 3.03$), length of the chilled carcass (0.9 cm; $t_d = 2.19$), the length of the bacon half of the chilled half-carcass (2.5 cm; $t_d = 2.71$), the largest (front) width of the bacon half of the carcass (2.8 cm; $t_d = 2.85$), and the smallest (rear) width of the bacon half of the carcass (1.5 cm; $t_d = 2.11$). The number of highly reliable ($P < 0.001$) pairwise correlation coefficients between the index Kh_3 , as well as absolute indicators characterizing the fattening and meat qualities of young pigs of the Large White breed is 85.71%. This indicates the effectiveness of using the new mathematical model Kh_3 in breeding work with pig populations of controlled populations. The category of “improvers” includes sows and breeding boars, offspring whose fattening and meat qualities correspond to the “elite” class, and the Kh_3 index varies from –2.590 to –0.018 points.

Keywords: young pigs, breed, fattening and meat qualities, selection index, coefficient of variation, pair correlation coefficient

Вступ. Робота, метою якої є формування високопродуктивної популяції свиней передбачає використання традиційних методів оцінки племінної цінності тварин основного стада та ремонтного молодняку, а також генетичних методів та методів індексної селекції (Instructions on the sounding of pigs; Instructions for keeping pedigree records in pig breeding, 2003; Vashchenko et. al., 2022; Llambí et. al., 2020; Malgwi et. al., 2022; Balatsky et. al., 2022; Bankovska et. al., 2020; Oliinychenko et. al., 2019; Vashchenko et. al., 2019; Vashchenko et. al., 2019; Khalak et. al., 2024; Tsereniuk et. al., 2010; Khalak et. al., 2022; Akimov et. al., 2023).

Так, результати досліджень О. М. Жукорського та ін. (Zhukorskyi et. al., 2023) свідчать, що на ознаки відтворювальних якостей свиноматок поєднання велика біла × ландрас суттєво впливає взаємодія факторів «генотип – годівля». Автори зазначають, що при обмеженні поживної цінності добового раціону свиноматки з генотипом $MC4R^{AG}$ переважають свиноматок з генотипом $MC4R^{GG}$ за багатоплідністю на 1,2 гол, масою гнізда на час народження – на 3,0 кг, великоплідністю – на 0,1 кг. Свиноматки з генотипом $MC4R^{GG}$ характеризувалися більшою кількістю поросят на час відлучення у віці 28 діб (на 2,0 гол), масою гнізда у віці 28 діб (на 28,8 кг) масою одного поросяти у 28 днів (на 1,1 кг) та середньодобовим приростом поросят за час вирощування від народження до відлучення у віці 28 діб (на 34,6 г).

Результати досліджень Т. В. Сухна (Sukhno, 2024) свідчать, що на середньодобові прирости молодняку свиней за період вирощування від 2- до 6-місячного віку достовірно впливає як фактор годівлі ($F = 11,97$; $p = 0,001$) так і взаємодії двох організованих факторів: генотип та годівля ($F = 7,96$; $p = 0,007$). За селекційним індексом Березовського зафіксовано достовірний вплив як кожного досліджуваного фактора окремо (годовля – $F = 5,80$, $p = 0,02$; генотип – $F = 12,85$, $p = 0,001$) так і їх взаємодії ($F = 8,56$, $p = 0,005$). На селекційний індекс Тайлера було встановлено достовірний вплив генотипу молодняку свиней ($F = 22,31$,

$p < 0,001$). Установлено, що мінімальне значення індексу напруги та рівномірності росту виявлено у групі молодняку свиней з генотипом MC4R^{GA}.

Про ефективність використання в племінній роботі з генетичних маркерів та методів індексної селекції свідчать роботи вітчизняних (Vashchenko et. al., 2023; Khalak et. al., 2024; Metlytska et. al., 2016; Kramarenko et. al., 2021; Giryа et. al., 2018) та зарубіжних вчених (Tinhet et. al., 2021; Lopezet et. al., 2019; Kimet et. al., 2006; Óviloet et. al., 2022; Van Hunget et. al., 2022).

Мета роботи – дослідити відгодівельні і м'ясні якості молодняку свиней великої білої породи, розробити нову математичну модель селекційного індексу та визначити критерії відбору висопродуктивних кнурів і свиноматок за основними кількісними ознаками їх потомства.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проведено в умовах промислового комплексу СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області, забійного цеху м'ясокомбіната «Джаз», а також в лабораторії тваринництва Державної установи Інститут зернових культур НААН. Роботу виконано згідно програми наукових досліджень Національної академії аграрних наук України № 31 «Генетичне поліпшення сільськогосподарських тварин, їх відтворення та збереження біорозмаїття» (Генетика, збереження та відтворення біоресурсів у тваринництві).

Оцінку молодняку свиней великої білої породи угорського походження проводили з урахуванням наступних кількісних ознак: середньодобовий приріст живої маси, г; вік досягнення живої маси 100 кг, діб; товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм; довжина охолодженої туші см; довжина беконної половини охолодженої півтуші, см; найбільша (передня) ширина беконної половини охолодженої туші, см; найменша (задня) ширина беконної половини охолодженої туші, см (Instructions on the sounding of pigs; Instructions for keeping pedigree records in pig breeding, 2003; Berezovsky & Khatko, 2005; Voloshchuk et. al., 2017).

Довжину охолодженої туші вимірювали мірною стрічкою від краю зрощення лонних кісток до передньої поверхні першого шийного хребця, довжина беконної половини (боку) – від переднього краю лонної кістки до середини переднього краю першого ребра, найбільшу (передню) ширину беконної половини охолодженої пів туші – вимірювали на рівні 7-го грудного хребця перпендикулярно половині, найменшу (задню) ширину беконної половини – вимірювали на рівні передостаннього поперекового хребця перпендикулярно половинці. Вік досягнення живої маси 100 кг (1, 2) та індекс Kh_3 (3) розраховували за наступними формулами:

якщо жива маса тварини становить 89–99 кг:

$$D_{100} = \left[(100 \text{ кг} - M_0) \div \frac{M_0 - M_{no}}{D_0 - D_{no}} \right] + D_0 \quad (1)$$

якщо жива маса тварини становить 101–115 кг:

$$D_{100} = D_0 - \left[(M_0 - 100 \text{ кг}) \div \frac{M_0 - M_{no}}{D_0 - D_{no}} \right] \quad (2)$$

де: D_{100} – вік досягнення живої маси 100 кг, діб; D_0 – вік на час останнього зважування, діб; D_{no} – вік на час попереднього зважування, діб; M_0 – жива маса на час останнього зважування, кг; M_{no} – жива маса на час попереднього зважування, кг (Instructions on the sounding of pigs; Instructions for keeping pedigree records in pig breeding, 2003);

$$Kh_3 = \left(\frac{1}{\sigma_v} \times \Delta V_1 \right) - \left(\frac{1}{\sigma_t} \times \Delta T_1 \right) - \left(\frac{1}{\sigma_d} \times \Delta D_1 \right) \quad (3)$$

де: Kh_3 – індекс В. І. Халака, бала; ΔV_1 – вік досягнення живої маси 100 кг у відхиленнях від середнього значення ознаки вибірки; ΔT_1 – товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців у відхиленнях від середнього значення вибірки; ΔD_1 – довжина охолодженої туші у відхиленнях від середнього значення ознаки вибірки; σ_v – фенотипне стандартне відхилення

віку досягнення живої маси 100 кг; σ_t – фенотипне стандартне відхилення товщини шпигу; σ_d – фенотипне стандартне відхилення довжини охолодженої туші (Khalak, 2025).

Умови годівлі та утримання молодняку свиней, відібраних для проведення дослідів були ідентичними і відповідали зоотехнічним нормам.

Біометричну обробку результатів досліджень здійснювали за загальноприйнятими методиками (Povod et. al., 2015; Kramarenko et. al., 2019) з використанням програмованого модуля «Аналіз даних» в Microsoft Excel. Силу кореляційних зв'язків між ознаками визначали за шкалою Чеддока (Sydorova et. al., 2003) (табл. 1).

1. Шкала Чеддока для градації сили кореляційного зв'язку між кількісними ознаками

Значення коефіцієнта кореляції	Сила кореляційного зв'язку
0,1–0,3	слабка
0,3–0,5	помірна
0,5–0,7	помітна
0,7–0,9	висока
0,9–0,99	дуже висока

Статистичні помилки для середньої арифметичної (4), середнього квадратичного відхилення (5), коефіцієнта варіації (6) та коефіцієнта кореляції (7) розраховували за наступними формулами:

$$S_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4) \quad S_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}} \quad (5) \quad S_{Cv} = \frac{C_v}{\sqrt{2n}} \quad (6) \quad S_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

Результати досліджень свідчать, що у молодняку свиней піддослідної групи ($n = 33$) середньодобовий приріст живої маси тварин становить $777,3 \pm 6,17$ г ($C_v \pm S_{Cv} = 4,56 \pm 0,794\%$), вік досягнення живої маси 100 кг – $178,0 \pm 0,92$ діб ($C_v \pm S_{Cv} = 2,97 \pm 0,517\%$), товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців – $20,7 \pm 0,39$ мм ($C_v \pm S_{Cv} = 10,91 \pm 1,900\%$), довжина охолодженої туші – $96,7 \pm 0,23$ мм ($C_v \pm S_{Cv} = 1,46 \pm 0,254\%$), довжина беконної половини охолодженої туші – $83,4 \pm 0,57$ мм ($C_v \pm S_{Cv} = 3,72 \pm 0,648\%$), найбільша (передня) ширина беконної половини туші – $34,2 \pm 0,55$ см ($C_v \pm S_{Cv} = 7,16 \pm 1,247\%$), найменша (задня) ширина беконної половини туші – $24,7 \pm 0,45$ см ($C_v \pm S_{Cv} = 7,97 \pm 1,388\%$). Індекс Kh_3 коливається у межах від $-2,590$ до $+2,415$ балів.

Внутріпородна диференціація молодняку свиней за індексом Kh_3 показала, що тварини II групи переважали ровесників I за середньодобовим приростом живої маси на 41,0 г ($t_d = 4,03$; $P < 0,001$), віком досягнення живої маси 100 кг – 6,2 діб ($t_d = 4,59$; $P < 0,001$), товщиною шпигу на рівні 6–7 грудних хребців – 2,4 мм ($t_d = 3,03$; $P < 0,01$), довжиною охолодженої туші – 0,9 см ($t_d = 2,19$; $P < 0,05$), довжиною беконної половини охолодженої півтуші – 2,5 см ($t_d = 2,71$; $P < 0,01$) (табл. 2).

Різниця між тваринами зазначених груп за найбільшою (передньою) шириною беконної половини туші становить 2,8 см ($t_d = 2,85$; $P < 0,01$), найменшою (задньою) шириною беконної половини туші – 1,5 см ($t_d = 2,11$; $P < 0,05$). Коефіцієнт мінливості (C_v , %) відгодівельних і м'ясних якостей молодняку свиней різної внутріпородної диференціації за індексом Kh_3 коливається у межах від 0,86 (довжина охолодженої туші у молодняку свиней I піддослідної групи) до 12,99% (товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців у молодняку свиней I піддослідної групи).

Розрахунок коефіцієнта парної кореляції між індексом Kh_3 та показниками, що характеризують відгодівельні і м'ясні якості молодняку свиней великої білої породи свідчить, що даний біометричний показник варіює в межах від $-0,765$ до $+0,655$ (табл. 3)

2. Відгодівельні і м'ясні якості молодняку свиней різної внутріпородної диференціації за індексом Kh₃

Показник (ознака), одиниці виміру	Біометричні показники	Градації індексу Kh ₃ , бала	
		+0,117 – +2,415	–2,590 – –0,018
		Група	
		I	II
Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, г	n	16	17
	$\bar{X} \pm S_x$	756,2 ± 7,15	797,2 ± 7,23
	$\sigma \pm X_\sigma$	28,60 ± 5,061	29,83 ± 5,116
	$Cv \pm Sc_v, \%$	3,78 ± 0,669	3,74 ± 0,641
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	$\bar{X} \pm S_x$	181,7 ± 1,01	175,5 ± 0,90
	$\sigma \pm X_\sigma$	4,07 ± 0,720	3,73 ± 0,639
	$Cv \pm Sc_v, \%$	2,23 ± 0,394	2,12 ± 0,363
Товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм	$\bar{X} \pm S_x$	21,4 ± 0,69	19,0 ± 0,41
	$\sigma \pm X_\sigma$	2,78 ± 0,492	1,69 ± 0,289
	$Cv \pm Sc_v, \%$	12,99 ± 2,299	8,89 ± 1,524
Довжина охолодженої туші, см	$\bar{X} \pm S_x$	96,2 ± 0,20	97,1 ± 0,37
	$\sigma \pm X_\sigma$	0,83 ± 0,146	1,56 ± 0,267
	$Cv \pm Sc_v, \%$	0,86 ± 0,152	1,60 ± 0,274
Довжина беконної половини охолодженої півтуші, см	$\bar{X} \pm S_x$	81,8 ± 0,55	84,3 ± 0,75
	$\sigma \pm X_\sigma$	1,46 ± 0,258	2,60 ± 0,445
	$Cv \pm Sc_v, \%$	1,78 ± 0,315	3,08 ± 0,528
Найбільша (передня) ширина беконної половини охолодженої туші, см	$\bar{X} \pm S_x$	32,4 ± 0,78	35,2 ± 0,60
	$\sigma \pm X_\sigma$	2,07 ± 0,366	2,16 ± 0,370
	$Cv \pm Sc_v, \%$	6,38 ± 1,129	6,13 ± 1,051
Найменша (задня) ширина беконної половини охолодженої туші, см	$\bar{X} \pm S_x$	23,7 ± 0,35	25,2 ± 0,63
	$\sigma \pm X_\sigma$	0,95 ± 0,168	2,27 ± 0,389
	$Cv \pm Sc_v, \%$	4,01 ± 0,709	9,00 ± 1,543
Індекс Kh ₃ , бала	$\bar{X} \pm S_x$	+1,04 ± 0,192	–1,11 ± 0,200

3. Рівень кореляційних зв'язків між індексом Kh₃, відгодівельними і м'ясними якостями молодняку свиней загальної вибірки, n = 33

Ознака		Біометричні показники		Сила кореляційного зв'язку
x	y	$r \pm S_r$	t_r	
Індекс Kh ₃ , бала	1	–0,551 ± 0,1213***	4,54	помітна
	2	+0,655 ± 0,0995***	6,58	помітна
	3	–0,265 ± 0,1620	1,64	слабка
	4	–0,591 ± 0,1134***	5,21	помітна
	5	–0,651 ± 0,1004***	6,49	помітна
	6	–0,765 ± 0,0723***	10,59	висока
	7	–0,548 ± 0,1219***	4,50	помітна

Примітка: 1 – середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, г; 2 – вік досягнення живої маси 100 кг, діб; 3 – товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм; 4 – довжина охолодженої туші, см; 5 – довжина беконної половини охолодженої півтуші, см; 6 – найбільша (передня) ширина беконної половини туші, см; 7 – найменша (задня) ширина беконної половини туші, см; *** – $P < 0,001$

Достовірні коефіцієнти парної кореляції встановлено між наступними парами ознак: Kh₃ × середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі ($r = -0,551$, $t_r = 4,54$), Kh₃ × вік досягнення живої маси 100 кг ($r = +0,655$, $t_r = 6,58$), Kh₃ × довжина охолодженої туші ($r = -0,591$; $t_r = 5,21$), Kh₃ × довжина беконної половини охолодженої півтуші ($r = -0,651$; $t_r = 6,49$), Kh₃ × найбільша (передня) ширина беконної половини туші ($r = -$

0,765; $t_r = 10,59$), $Kh_3 \times$ найменша (задня) ширина беконної половини туші ($r = -0,548$; $t_r = 4,50$).

Висновки: 1. Установлено, що молодняк свиней великої білої породи угорського походження характеризується достатньо високими показниками відгодівельних і м'ясних якостей, а за віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпигу на рівні 6–7 грудних хребців і довжиною охолодженої туші переважає мінімальні вимоги до класу «еліта» на 6,31, 31,0 і 3,82% відповідно.

2. Достовірну різницю між тваринами II і I піддослідних груп установлено за середньодобовим приростом живої маси (41,0 г; $t_d = 4,03$), віком досягнення живої маси 100 кг (6,2 доби; $t_d = 4,59$), товщиною шпигу на рівні 6–7 грудних хребців (2,4 мм; $t_d = 3,03$), довжиною охолодженої туші (0,9 см; $t_d = 2,19$), довжиною беконної половини охолодженої півтуші (2,5 см; $t_d = 2,71$), найбільшою (передньою) шириною беконної половини туші (2,8 см; $t_d = 2,85$), найменшою (задньою) шириною беконної половини туші (1,5 см; $t_d = 2,11$).

3. Кількість високодостовірних ($P < 0,001$) коефіцієнтів парної кореляції між індексом Kh_3 , а також абсолютними показниками, що характеризують відгодівельні і м'ясні якості молодняку свиней великої білої породи становить 85,71%. Зазначене свідчить про ефективність використання нової математичної моделі Kh_3 у селекційній роботі з поголів'ям свиней підконтрольних популяцій.

3. До категорії «покращувачі» належать свиноматки і кнури-плідники, потомство, у яких відгодівельні і м'ясні якості відповідають класу «еліта», а індекс Kh_3 варіює у межах від –2,590 до –0,018 балів.

Подяка. Автори висловлюють офіційну подяку головному технологу СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області Н. О. Шепель за надану практичну допомогу щодо проведення експериментальної частини досліджень.

REFERENCES

- Akimov, O. V., Tsereniuk, O. M., Vovk V. O., & Chereuta, Yu. V. (2023). Analiz stanu vidtvorennia stada u DP «DH «im. 9 Sichnia» ta zakhody shchodo yoho pokrashchennia [Analysis of the state of herd reproduction in the SE "DGH "named after 9 Siechnia" and measures to improve it] *Svynarstvo i ahropromyslove vyrobnytstvo – Pig breeding and agro-industrial production*. Poltava, 2 (80), 30–41. [In Ukrainian]. [https://10.37143/2786-7730-2023-2\(80\)02](https://10.37143/2786-7730-2023-2(80)02)
- Balatsky, V. N., Oliinychenko, Y. K., Saienko, A. M., Buslyk, T. V., Bankovska, I. B., Peka, M. Yu., & Doran, O. (2022). Associations of Polymorphisms in Leptin and Leptin Receptor Genes with Meat Quality in Pigs of the Ukrainian Large White Breed. *Cytology and Genetics*, 56 (6), 513–525. <https://doi.org/10.3103/S0095452722060020>
- Bankovska, I., Oliinychenko, Y., Balatsky, V., Buslyk, T., Hryshchenko, S., & Susol, R. (2020). Association of LEP- and CTSF-genotypes with levels of meat quality PSE, NOR and DFD in pigs of large white breed of Ukrainian selection. *Agricultural Science and Practice*, 7 (1), 14–23. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/agrisp7.01.014>
- Berezovskyi, M. D., & Khatko, I. V. (2005). Metodyky otsinky knuriv i svynomatok za yakistiu potomstva v umovakh plemninnykh zavodiv i plemninnykh reproduktoriv [Methods for assessing boars and sows for the quality of offspring in breeding plants and breeding reproducers] *Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi - Modern research methods in pig farming*. Poltava, 32–37. [In Ukrainian].
- Hyria, V., Metlytska, O., Usachova, V., & Bondarenko, O. (2018). Zv'iazok polimorfizmiv henv RLIN i MC4R z vidhodivelnyimi yakostiamy svynei [The relationship between polymorphisms of the PLIN and MC4R genes and fattening qualities of pigs] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii – Herald of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 101–107. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.18>
- Instruktsiia z bonituvannia svynei; Instruktsiia z vedennia pleminnoho obliku u svynarstvi* [Instructions for pig breeding; Instructions for keeping pedigree records in pig breeding]. (2003). Kyivskyi universytet. [In Ukrainian]

- Khalak, V. I. (2025). Vidhodivelni i m'iasni yakosti molodniaku svynei: novyi metod kompleksnoi otsinky [Fattening and meat qualities of young pigs: a new method of comprehensive assessment] *Biologichni, biotekhnologichni ta henetychni aspekty intensyfikatsii tvarynnystva* [Biological, biotechnological and genetic aspects of livestock intensification], materialy do-povidei vseukr. nauk.-praktychnoi konf. iz mizhnarodnoiu uchastiu (m. Mykolaiv, 23–24 kvitnia 2025 r.). (с. 52–55). Mykolaiv. [In Ukrainian]. https://www.mnau.edu.ua/files/nauk_prof_konf/zbirnyk-tez-23-24-04-25.pdf
- Khalak, V., Hutyi, B., & Bordun, O. (2022). Innovatsiini metody otsinky svynomatok za pokaznykamy vidtvoriuvalnykh yakosti ta kryterii yikh vidboru za deiakomy polikomponent-nymy matematychnymy modeliamy [Innovative methods for evaluating sows based on reproduc-tive performance indicators and criteria for their selection based on some multicomponent math-ematical models] *Naukovyi visnyk LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii. Silskohospo-darski nauky – Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Agri-cultural sciences*, 24 (96), 70–77. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9609>
- Khalak, V., Tsereniuk, O., Hutyi, B., & Bordun, O. (2024). Oznaky vidhodivelnikh i m'iasnykh yakosti molodniaku svynei riznoi intensyvnosti formuvannia u rannomu ontogenezi ta riven yikh fenotypnoi konsolidatsii [Signs of fattening and meat qualities of young pigs of different intensity of formation in early ontogenesis and the level of their phenotypic consolidation] *Visnyk ahrarnoi nauky – Herald of agrarian Science*, 1, 39–47. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-06>
- Kim, K. S., Lee, J. J., Shin, H. Y., Choi, B. H., Lee, C. K., Kim, J. J., Cho, B. W., & Kim, T.-H. (2006). Association of melanocortin 4 receptor (MC4R) and high mobility group AT_hook 1 (HMGA1) polymorphisms with pig growth and fat deposition traits. *Animal Genetics*, 37 (4), 419–421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2006.01482.x>
- Kramarenko, C. S., Vashchenko, P. A., Tsybenko, V. H., & Kramarenko, O. S. (2021). *Analiz vplyvu henetychnykh ta ne henetychnykh faktoriv na zhyvu masu porosiat pry narodzhenni ta vid-luchenni: Formuvannia novoi paradyhmy rozvytku ahropromyslovoho sektoru v XXI stolitti* [Analysis of the influence of genetic and non-genetic factors on the live weight of piglets at birth and weaning: Formation of a new paradigm for the development of the agro-industrial sector in the 21st century]. Liha-Pres. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-1510>
- Kramarenko, S. S., Luhovoi, S. I., Lykhach, A. V., & Kramarenko, O. S. (2019). *Analiz biome-trychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn* [Biometric data analysis in animal breeding and selection]. MNAU. [In Ukrainian]
- Llambí, S., Montenegro, M., Gagliardi, R., Burgos, C., Hidalgo, J., López-Buesa, P., & Arruga, M. V. (2020). Genetic structure and population dynamics of autochthonous and modern porcine breeds. Analysis of the IGF2 and MC4R genes that determine carcass characteristics. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 52 (3), 87–94. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-81322020000300087>
- Lopez, B. I., Viterbo, V., Song, C. W., & Seo, K. S. (2019). Estima-tion of genetic parameters and accuracy of genomic pre-diction for production traits in Duroc pigs. *Czech Journal of Animal Science*, 64 (4), 160–165. <https://doi.org/10.17221/150/2018-cjas>
- Malgwi, I. H., Halas, V., Grünvald, P., Schiavon, S., & Jócsák, I. (2022). Genes related to fat metabolism in pigs and intramuscular fat content of pork: A focus on nutrigenetics and nutrigenomics. *Animals*, 12 (2), 150. <https://doi.org/10.3390/ani12020150>
- Metlytska, O. I., Kopylov, K. V., & Berezovskyi, O. V. (2016). Suchasni molekuliarno-henetychni pidkhody dlia pidvyshchennia efektyvnosti selektsiinoho protsesu v tvarynnystvi Ukrainy [Modern molecular genetic approaches to increasing the efficiency of the breeding process in animal husbandry in Ukraine] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Ky-iv, 51, 193–200. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.51.26>
- Oliinychenko, Ye. K., Balatskyi, V. M., Vovk, V. O., & Buslyk, T. V. (2019). Henetychnyi ta asotsiatyvnyi analiz odnonukleotydnoho polimorfizma g. 22 g > c v heni katepsynu f svynei riznykh porid [Genetic and association analysis of the single nucleotide polymorphism g. 22

- g > c in the cathepsin f gene of pigs of different breeds] *Tvarynnytstvo ta tekhnolohii kharchovykh produktiv – Animal husbandry and food technology*. Kyiv, 10 (1), 21–26. [In Ukrainian]. <http://dx.doi.org/10.31548/animal2019.01.021>
- Óvilo, C., Trakooljul, N., Núñez, Y., Hadlich, F., Murani, E., Ayuso, M., García-Contreras, C., Vázquez-Gómez, M., Rey, A. I., Garcia, F., García-Casco, J. M., López-Bote, C., Isabel, B., González-Bulnes, A., Wimmers, K., & Muñoz, M. (2022). SNP discovery and association study for growth, fatness and meat quality traits in Iberian crossbred pigs. *Scientific Reports*, 12 (1), 16361. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20817-0>
- Povod, M. H., Nezhlukchenko, T. I., Papakina, N. S., Baranovskyi, D. I., Hyl, M. I., Khalak, V. I., Cheremysova, O. V., & Nezhlukchenko, N. V. (2015). *Henetyka z biometriieiu* [Genetics with biometrics]. T. 1. OLDI-PLIuS. [In Ukrainian]
- Sukhno, T. V. Otsinka molodniaku svynei riznykh henotypiv za selektsiinymy indeksamy ta pokaznykamy rostu [Evaluation of young pigs of different genotypes by breeding indices and growth indicators]. *Scientific Progress & Innovations*. Poltava, 2024, 27 (1), 95–100. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.16>
- Sydorova, A. V., Leonova, N. V., Masych, L. A., Skorobahatova, N. V., & Shamyleva, L. L. (2003). *Praktykum po teoryi statystyky* [Workshop on the theory of statistics]. Donetskii natsionalnyi unyversytet. [In Ukrainian].
- Tinh, N. H., Hao, T. V., & Bui, A. P. N. (2021). Genetic parameters and litter trait trends of Danish pigs in South Vietnam. *Animal Bioscience*, 34(12), 1903–1911. <https://doi.org/10.5713/ab.20.0692>
- Tsereniuk, O. M., Khvatov, A. I., & Stryzhak, T. A. (2010). Ob'iektyvna otsinka materynskoï produktyvnosti svynei [Objective assessment of maternal productivity of pigs]. *Tavriiskyi naukovi visnyk – Tavria Scientific Herald*. Kherson, 69, 112–126. [In Ukrainian]
- Van Hung, N., Tuoi, P. T., Ton, V. D., & Frederic, F. (2022). Effect of ESR, FSHB and PRLR Genes on Sperm Traits of Landrace and Yorkshire Boars in the Tropical Environmental Conditions of Vietnam. *Indian Journal of Animal Research*, 56 (2), 129–134. <https://doi.org/10.18805/IJAR.B-1278>
- Vashchenko, P. A., Zhukorskyi, O. M., Saenko, A. M., Khokhlov, A. M., Usenko, S. O., Kryhina, N. V., Sukhno, T. V., & Tsereniuk, O. M. (2023). The influence of feeding level on the growth of pigs depending on their genotype. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (1), 112–117. <https://doi.org/10.15421/022317>
- Vashchenko, P., Balatsky, V., Pocherniaev, K., Voloshchuk, V., Tsybenko, V., Saenko, A., Oliynychenko, Ye., Buslyk, T., & Rudoman, H. (2019). Genetic characterization of the Mirgorod pig breed, obtained by analysis of single nucleotide polymorphisms of genes. *Agricultural Science and Practice*, 6 (2), 47–57. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.047>
- Vashchenko, P., Saienko, A., Sukhno, V., Tsereniuk, O., Babicz, M., Shkavro, N., Smołucha, G., & Łuszczewska-Sierakowska, I. (2022). Association of NRAMP1 gene polymorphism with the productive traits of the Ukrainian Large White pig. *Medycyna Weterynaryjna*, 78 (11), 563–566. [In Ukrainian] <http://dx.doi.org/10.21521/mw.6698>
- Voloshchuk, V. M., Hetia, A. A., & Tsereniuk, O. M. (2017). *Vyvchennia m'iasnoi produktyvnosti svynei* [Study of pig meat productivity] In I. I. Ibatulin, & O. M. Zhukorsky (Eds.), *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi* [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry] (124–129). Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Zhukorskyi, O. M., Tsereniuk, O. M., Sukhno, T. V., Saienko, A. M., Polishchuk, A. A., Chereuta, Y. V., Shaferivskyi, B. S., & Vashchenko, P. A. (2023). The influence of genotype and feeding level of gilts on their further reproductive performance. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (2), 312–318. <https://doi.org/10.15421/022346>

Одержано редколегією 24.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.2.034.082.25

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.26>

ВИКОРИСТАННЯ ВНУТРІШНЬОЛІНІЙНОГО ПІДБОРУ ТА КРОСУ ЛІНІЙ У СЕЛЕКЦІЇ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ

Л. М. ХМЕЛЬНИЧИЙ, А. С. БЕЛЬЧЕНКО*Сумський національний аграрний університет (Суми, Україна)*<https://orcid.org/0000-0001-5175-1291> – Л. М. Хмельничий<https://orcid.org/0000-0001-7056-2736> – А. С. Бельченко

khmelnichy@ukr.net

Використання ретроспективного аналізу дозволило провести оцінку ефективності різних варіантів підбору (внутрішньолінійного та кросу ліній), які використовувалися у стаді з розведення голштинської породи ТОВ “Комишуватський Молочний Комплекс” Харківської області. Підбір плідників, продовжувачів лінії Чіфа як з батьківського, так і з материнського боку не став кращим за надоєм первісток (7850 кг) у порівнянні з кросом п’яти материнських ліній. Найкращий варіант за надоєм первісток отримано від міжлінійного кросу ліній Чіфа та Елевейшина (8143 кг). Проте недостовірна різниця за надоєм групи первісток, одержаних за внутрішньолінійного підбору батьківської лінії Чіфа у порівнянні з кросом материнських ліній (Дж. Бесна, Белла, Маршала та Елевейшина), засвідчила добру комбінаційну здатність плідників цієї лінії при міжлінійному підборі. Найбільш чисельне потомство було одержане від бугаїв-плідників лінії Елевейшина за внутрішньолінійного підбору з надоєм первісток 8272 кг. Порівняння цієї групи первісток з однолітками, отриманих за міжлінійного підбору, виявило невдалі поєднання з однолітками материнських ліній Белла та Старбака з різницею за надоєм відповідно 420 ($P < 0,05$) та 594 кг ($P < 0,001$). Кроси батьківської лінії Елевейшина з материнськими Дж. Бесна, Маршала та Чіфа за надоєм первісток були на рівні з однолітками, одержаними за внутрішньолінійного підбору з надоєм вищим за вісім тисяч (8054–8267 кг). Найбільш вдалим, за використання міжлінійного підбору батьківської лінії Белла з материнськими, виявився варіант кросу Белла × Дж. Бесна, від первісток якого отримано найвищий надій 8724 кг серед усього оціненого поголів’я незалежно від методів підбору. На другій позиції з надоєм 8407 кг первістки кросу ліній Белла × Чіфа. Ці дві групи вдалого міжлінійного підбору доводять свою спадкову перевагу над потомством кросів батьківської лінії Белла з материнськими Елевейшина, Старбака та Валіанта відповідно з достовірною різницею за надоєм першої лактації у 817–1067 ($P < 0,05$ – $0,001$) та 500–750 кг ($P < 0,05$ – $0,01$). Встановлена достовірна диференціація ознак молочної продуктивності корів-первісток залежно від варіантів підбору вказує на доцільність моніторингу лінійного розведення у процесі селекції задля продуктивного поліпшення молочної худоби, у результаті якого виявляти кращі варіанти з перспективою їхнього використання.

Ключові слова: голштинська порода, лінія, крос ліній, підбір, селекція, надій, корови-первістки

THE USE OF INTRA-LINE SELECTION AND LINE CROSSING IN DAIRY CATTLE BREEDING

L. M. Khmelnichyi, A. S. Belchenko*Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)*

The retrospective analysis allowed us to assess the effectiveness of various selection options (intra-line and line crossing) used in the Holstein breeding herd of Komyshuvatsky Dairy Complex LLC, Kharkiv region. The selection of sires, successors of the Chief line from both the paternal and

maternal sides, did not improve the milk yield of the first-cows (7850 kg) compared to the cross of five maternal lines. The best variant in terms of milk yield of the first-calf cows was obtained from the inter-line cross of the Chief and Elevation lines (8143 kg). However, the insignificant difference in milk yield of the group of first-calf cows obtained from the intra-line selection of the Chief paternal line in comparison with the inter-line cross of the maternal lines (J. Besna, Bell, Marshall and Elevation), indicates the good combining ability of the sires of this line in inter-line selection. The largest number of offspring was obtained from breeding bulls of the Elevation line by intra-line selection with a first-calf cows producing an average milk yield of 8272 kg. A comparison of this group of first-calf cows with peers obtained through inter-line selection revealed unsuccessful combinations with peers of the maternal lines of Bell and Starbuck, showing differences in milk yield of 420 ($P < 0.05$) and 594 kg ($P < 0.001$), respectively. Crosses of the paternal line of Elevation with J. Besn, Marshall and Chief maternal lines by the first-calf cows milk yield parameter were on a par with peers obtained by intra-line selection with a milk yield higher than eight thousand (8054–8267 kg). Among the inter-line selection involving the paternal line Bell and various maternal lines, the most successful combination was the cross Bella $\times$ J. Besna, the first-calf daughters of which produced the highest milk yield of 8724 kg among all estimated animals, regardless of the selection methods. In second place there was the cross of Bell $\times$ Chief lines with a milk yield of 8407 kg. These two groups of successful inter-line selection demonstrate hereditary superiority over the offspring from crosses of the paternal line Bell with maternal lines Elevation, Starbuck and Valiant, respectively, that evidenced by significant difference in first lactation milk yield of 817–1067 ($P < 0.05$ – 0.001) and 500–750 kg ($P < 0.05$ – 0.01). The established reliable differentiation of milk productivity traits of first-calf cows depending on the selection options indicates the feasibility of monitoring linear breeding in the selection process for the productive improvement of dairy cattle, as a result of which the best options with the prospect of their use can be identified.

Keywords: Holstein breed, line, cross lines, selection, milk supply, first-cows

Вступ. Підбор бугаїв-плідників за молочними стадами без врахування їхньої належності до відповідної лінії важко уявити. У цьому важливому селекційному заході головним аспектом є уміння виявляти та вдало використовувати найбільш ефективне поєднання батьківських пар за внутрішньолінійного чи міжлінійного підбору (Kuziv et al., 2023; Khmelnychy & Shved, 2025a; Fedorovych et al., 2023; Khmelnychy & Karpenko, 2021; Kruhliak & Kruhliak, 2023). Використання лінійного підбору вважається дієвим методом удосконалення порід за чистопородного розведення, який сприяє створенню впорядкованої генеалогічної структури, що забезпечує чіткість внутрішньої організації породи. Завдяки цьому така структура породи функціонує більш ефективно, підтримуючи її розвиток і стабільність як єдиної біологічної системи, сприяє ефективному її функціонуванню та прогресивному розвитку, запобіганню стихійних інбридингів з раціональною системою підбору в породі породи (Polupan, 2005; Rudyk & Stavetska, 2010; Voitenko et al., 2023). Внутрішньолінійна спорідненість, раціональний цілеспрямований добір та підбір консолідує лінію з часом за важливими для селекції молочної худоби господарськи корисними ознаками, що робить її відмінною від інших (Khmelnychy, 2013; Kalynka et al., 2018; Fedorovych et al., 2022; Bashchenko et al., 2018). З урахуванням селекційної ситуації у практичній роботі, за використання методу розведення за лініями, використовується два варіанти підбору – внутрішньолінійний та крос ліній. Аналіз накопиченого досвіду з використання цих методів в селекції молочних порід дозволяє стверджувати, що отримані результати істотно можуть відрізнитися на користь одного із методів.

Дослідження з вивчення впливу на ознаки продуктивності, відтворення та довголіття різних варіантів підбору ліній у селекційному процесі поліпшення українських молочних порід (Kochuk-Yashchenko et al., 2022; Khmelnychy et al., 2021; Khmelnychy & Ovcharenko, 2023; Ponko & Dymchuk, 2024) засвідчили, що вдалі поєднання виникають завдяки різним методам підбору і суттєво відрізняються залежно від оцінюваного стада (Dankiv et al., 2024; Kohut, 2020). В одних варіантах кращі результати за оцінюваними ознаками отримують за

внутрішньолінійного підбору, а в інших – за використання міжлінійного кросу (Babik et al., 2017; Khmelnychy & Loboda, 2014; Polupan, 2013).

Селекція тварин за використання внутрішньолінійного методу розведення дозволяє зберігати спадкові якості родоначальника, збагачувати лінію шляхом накопичення цінної спадковості упродовж декількох поколінь через його продовжувачів – синів, онуків та правнуків. Це сприяє максимально ефективному використанню видатних характеристик окремих тварин для поліпшення породи та перетворенню індивідуальних особливостей родоначальників ліній на групові (Shcherbatyi & Bodnar, 2014; Fyl et al., 2019; Khmelnychy et al., 2024; Dankiv et al., 2024). Тому за чистопородного розведення у пріоритеті залишається внутрішньолінійне розведення, але за умов наявності достатньої кількості лінійних бугаїв-плідників з високою племінною цінністю і, особливо, не зв'язаних спорідненістю (Polupan et al., 2019).

Перевага внутрішньолінійного підбору полягає у стабільному успадковуванні потомками господарськи корисних ознак за умов зниження їхньої мінливості, зумовленої нарощуванням ступеня гомозиготності. Проте навіть за лінійного підбору за батьком повідомляється про існування міжлінійної диференціації у досліджуваних стадах. Так, наприклад, за оцінкою дослідників Voitenko & Zhelizniak (2018) стада української чорно-рябої молочної породи встановлено, що надій корів-первісток варіював від 6613 кг (лінія Валіанта) до 8295 кг (лінія Дж. Бесна) з достовірною різницею 1682 кг. За оцінкою впливу ліній на розвиток ознак екстер'єру, відтворення, молочної продуктивності та перебігу лактації, встановлено істотну мінливість між трьома голштинськими лініями Дж. Бесна 5694028588, Елевейшна 1491007 та Старбака 503327. Так, надій за 305 днів лактації варіював у межах 5345–5641 кг, молочний жир – 190–201, відносна молочність – 923–974 кг за достовірної різниці між крайніми варіантами ($P < 0,05$ – $0,001$). Вірогідно кращими за показниками молочної продуктивності та перебігу лактації виявилися тварини лінії Старбака 503327 (Kochuk-Yashchenko et al., 2022). За внутрішньолінійного розведення корів української чорно-рябої молочної породи найвищими надоями та виходом молочного жиру характеризувалися первістки лінії Чіфа 1427381 з перевагою тварин ліній Елевейшна 1491007, С. Т. Рокіта 252803, Старбака 352790 і Ханеве 1629391 на 294 та 10,5; 1603 ($P < 0,05$), та 52,2 ($P < 0,05$), 144 та 5,9 і 1215 кг ($P < 0,01$) та 43,9 кг ($P < 0,01$) відповідно. Найбільш жирномолочними виявилися первістки лінії С. Т. Рокіта 252803. За вмістом жиру їхня достовірна ($P < 0,05$ – $0,01$) перевага над особинами інших досліджуваних ліній склала 0,11–0,13% (Kuziv et al., 2023). Оцінка цієї ж породи ПЗ «Владана», що на Сумщині (Khmelnychy & Vechorka, 2018), засвідчила перевагу корів-первісток, отриманих від внутрішньолінійного підбору над тваринами від кросу ліній за величиною надою, молочного жиру та білка, яка відповідно становила 589 ($P < 0,001$), 24,9 ($P < 0,001$) та 15,7 кг ($P < 0,01$).

Разом з тим, досить часто за відсутності лінійних плідників застосовується крос ліній, який не погіршує розвиток господарськи корисних ознак через отримання гетерозиготності (Mazur et al., 2019; Burkat & Polupan, 2004). Повідомляється, що варіанти міжлінійного підбору часто забезпечують покращені результати, але за умови, якщо успішно поєднуються батьківські пари завдяки вдалому кросу ліній (Khmelnychy & Ovcharenko, 2023; Mazur et al., 2019; Kompanets 2023). Так, дослідженнями (Khmelnychy & Shved, 2025b) з оцінки впливу спадковості бугаїв-плідників різних ліній у стаді з розведення чорно-рябої молочної худоби різного походження підприємства ТОВ «Черешеньки» Новгород-Сіверського району Чернігівської області було встановлено, що 70,3% маточного поголів'я було отримано за рахунок кросу з продуктивністю в окремих варіантах підбору вищою ніж за внутрішньолінійного розведення. Найвищий надій корів-первісток виявлено у міжлінійному кросі П. Ф. А. Чіфа × Дж. Бесна (9140 кг), що було достовірно вище, ніж за внутрішньолінійного розведення цієї ж лінії з різницею 587 кг ($P < 0,01$). Первістки від кросу ліній Чіфа × Дж. Бесна мали перевагу над однолітками інших кросів з різницею від 343 (Чіфа × Маршала) до 1448 кг (Чіфа × Морелло). За оцінкою корів української чорно-рябої молочної породи ПП «Буринське» (Khmelnychy & Loboda, 2019) досить вдалим виявився крос ліній бугаїв-

плідників батьківської лінії О. Айвенго з материнськими М. Чіфтейна, С. Т. Рокіта, Валіанта і Монтфреча. Потомство, отримане від кросу цих ліній, відрізнялося високими показниками за тривалістю життя (2433–2684 дні) та вищими показниками довічної продуктивності за надоєм (24486–29555 кг). Не менш вдалим виявився міжлінійний крос батьківської лінії С. Т. Рокіта з материнськими Айвенго, Сюпріма та Старбака. Особливо вирізняється потомство отримане від кросу С. Т. Рокіта × Айвенго з тривалістю життя 2626 днів та довічним надоєм 31387 і молочним жиром 1105,2 кг.

Враховуючи важливе селекційне значення лінійного розведення в системі селекції молочної худоби, вмотивованим є оцінка дочірнього потомства плідників, отриманого за різних варіантів підбору, встановлення комбінаційної здатності генеалогічних формувань з метою визначення найбільш вдалих поєднань, які у перспективі можна буде повторно застосувати у підборі задля гарантованого генетичного поліпшення продуктивності корів.

Матеріали та методи дослідження. За використання ретроспективного аналізу проведено оцінку ефективності різних варіантів підбору (внутрішньолінійного та кросу ліній), які використовувалися у стаді з розведення голштинської породи власного походження. Дослідження проведені у господарстві ТОВ «Комишуватський Молочний Комплекс» Харківської області. Молочну продуктивність корів-первісток оцінювали за надоєм (305 днів або скорочену лактацію), вмістом жиру та білка у молоці. Кожна оцінювана споріднена група та лінія формувалася з урахуванням потомства від трьох і більше бугаїв-плідників. Результати досліджень обраховували за формулами, наведеними у підручнику (Ladyka et al., 2023). Надійність отриманих даних оцінювали шляхом обчислення статистичних похибок (S.E.) та критеріїв надійності Стюдента (t_d). Ступінь достовірності класифікували порівняно зі значеннями стандартних критеріїв.

Результати дослідження. Оцінка дочок бугаїв-плідників, отриманих за різних методів підбору у даному стаді, показала, що із шести відібраних варіантів лише у трьох було використано внутрішньолінійний підбір – це лінії П. Ф. А. Чіфа, Елевейшна та Старбака (табл.). Проте підбір плідників, продовжувачів лінії П. Ф. А. Чіфа як з батьківського, так і з материнського боку не став кращим за надоєм первісток (7850 кг) у порівнянні з кросом п'яти ліній, за виключенням порівняння з однолітками лінії Старбака, яка була найбільш поширеною за кількістю потомства і поступалася на надоєм одноліткам лінії П. Ф. А. Чіфа з достовірною різницею 624 кг ($P < 0,01$; $t_d = 2,86$). Найкращий варіант за надоєм первісток отримано від міжлінійного кросу за поєднання ліній П. Ф. А. Чіфа та Елевейшна (8143 кг), які з високою та достовірною різницею у 917 кг ($P < 0,001$; $t_d = 5,07$) переважали лише одноліток, отриманих від плідників материнської лінії Старбака, тоді як перевага з потомством решти оцінених груп як за внутрішньолінійного підбору, так і кросу ліній склала у межах 80–506 кг і не стала статистично достовірною. Отже, недостовірною різниця за надоєм групи первісток, одержаних за внутрішньолінійного підбору батьківської лінії П. Ф. А. Чіфа у порівнянні її з кросом більшості материнських ліній (Дж. Бесна, Белла, Маршала та Елевейшна) свідчить про добру їх комбінаційну здатність при міжлінійному підборі.

Мінливість вмісту жиру (0,74–3,81%) та білка (3,17–3,20%) у молоці в групах первісток отриманих за внутрішньолінійного та міжлінійного підбору з батьківською лінією П. Ф. А. Чіфа склала різницю між крайніми варіантами 0,07% із достовірністю лише за жирномолочністю ($P < 0,05$; $t_d = 2,11$). За молочним жиром кращим було потомство кросу ліній П. Ф. А. Чіфа × Елевейшна (305,4 кг) з достовірною перевагою лише одноліток кросу П. Ф. А. Чіфа × Старбака з різницею 35,1 кг ($P < 0,001$; $t_d = 5,97$). За молочним білком потомство первісток міжлінійного кросу П. Ф. А. Чіфа × Елевейшна (259,8 кг) переважало, за виключенням кросу П. Ф. А. Чіфа × Дж. Бесна, решту оцінених груп з достовірною різницею 9,4–14,3 кг ($P < 0,01$ – $0,001$; $t_d = 3,18$ – $14,3$).

Молочна продуктивності корів-первісток голштинської породи залежно від методів підбору генеалогічних формувань ($\bar{x} \pm S.E.$)

Лінія, споріднена група батька	Лінія, споріднена група матері	n	Надій, кг	Жир, %	Жир, кг	Білок, %	Білок, кг
П. Ф. А. Чіфа 1427381	П. Ф. А. Чіфа 1427381	54	7850 $\pm$ 200,1	3,75 $\pm$ 0,023	294,3 $\pm$ 7,75	3,19 $\pm$ 0,025	250,4 $\pm$ 2,49
	Дж. Бесна 5694028588	29	8063 $\pm$ 294,4	3,78 $\pm$ 0,073	304,8 $\pm$ 21,81	3,20 $\pm$ 0,069	258,1 $\pm$ 6,85
	Белла 1667366	30	7693 $\pm$ 263,3	3,74 $\pm$ 0,031	287,8 $\pm$ 9,87	3,17 $\pm$ 0,026	243,9 $\pm$ 2,55
	Маршала 2290977	27	7637 $\pm$ 284,9	3,81 $\pm$ 0,032	291,1 $\pm$ 9,65	3,24 $\pm$ 0,031	247,4 $\pm$ 3,13
	Елевейшна 1491007	100	8143 $\pm$ 158,6	3,75 $\pm$ 0,020	305,4 $\pm$ 5,88	3,19 $\pm$ 0,016	259,8 $\pm$ 1,60
	Старбака 352790	207	7226 $\pm$ 87,2	3,74 $\pm$ 0,009	270,3 $\pm$ 3,34	3,19 $\pm$ 0,013	230,5 $\pm$ 1,27
Р. Р. Е. Елевейшна 1491007	Елевейшна 1491007	145	8272 $\pm$ 112,4	3,82 $\pm$ 0,012	316,0 $\pm$ 4,57	3,18 $\pm$ 0,014	263,1 $\pm$ 1,45
	Дж. Бесна 5694028588	45	8267 $\pm$ 180,8	3,82 $\pm$ 0,016	315,8 $\pm$ 7,09	3,23 $\pm$ 0,024	267,0 $\pm$ 2,37
	Белла 1667366	58	7852 $\pm$ 173,6	3,79 $\pm$ 0,018	297,6 $\pm$ 5,75	3,19 $\pm$ 0,022	250,5 $\pm$ 2,23
	Маршала 2290977	31	8247 $\pm$ 204,9	3,77 $\pm$ 0,033	310,9 $\pm$ 9,93	3,20 $\pm$ 0,031	263,9 $\pm$ 3,07
	П. Ф. А. Чіфа 1427381	139	8054 $\pm$ 106,7	3,82 $\pm$ 0,017	307,7 $\pm$ 4,25	3,18 $\pm$ 0,013	256,1 $\pm$ 1,29
	Старбака 352790	149	7678 $\pm$ 111,8	3,74 $\pm$ 0,012	287,2 $\pm$ 4,22	3,19 $\pm$ 0,014	244,9 $\pm$ 1,40
Дж. Бесна 5694028588	Белла 1667366	22	7084 $\pm$ 323,2	3,76 $\pm$ 0,025	266,4 $\pm$ 12,11	3,19 $\pm$ 0,032	225,9 $\pm$ 3,18
	Маршала 2290977	47	7626 $\pm$ 239,6	3,78 $\pm$ 0,037	288,3 $\pm$ 12,51	3,15 $\pm$ 0,033	240,2 $\pm$ 3,25
	П. Ф. А. Чіфа 1427381	46	7727 $\pm$ 245,6	3,80 $\pm$ 0,025	293,6 $\pm$ 8,96	3,21 $\pm$ 0,024	248,1 $\pm$ 2,44
	Елевейшна 1491007	37	8104 $\pm$ 151,4	3,79 $\pm$ 0,032	307,1 $\pm$ 12,70	3,18 $\pm$ 0,030	257,7 $\pm$ 2,96
	Х. Х. Старбака 352790	41	7417 $\pm$ 161,5	3,79 $\pm$ 0,022	281,2 $\pm$ 10,41	3,20 $\pm$ 0,028	237,3 $\pm$ 2,75

Продовження таблиці

Лінія батька	Лінія матері	n	Надій, кг	Жир, %	Жир, кг	Блок, %	Блок, кг
Х. Х. Старбака 352790	Старбака 352790	81	7637 ± 115,4	3,85 ± 0,015	294,0 ± 4,52	3,19 ± 0,019	243,6 ± 1,95
	Інгансера 343514	26	7161 ± 183,4	3,88 ± 0,024	277,8 ± 6,14	3,23 ± 0,061	231,3 ± 6,08
	Дж. Бесна 5694028588	25	7693 ± 246,5	3,88 ± 0,014	298,5 ± 9,63	3,22 ± 0,032	247,7 ± 3,23
	Белла 1667366	51	7329 ± 138,6	3,84 ± 0,013	281,4 ± 5,21	3,19 ± 0,027	233,8 ± 2,65
	Кавалера 1620273	25	7496 ± 206,5	3,88 ± 0,019	290,8 ± 8,17	3,14 ± 0,037	235,4 ± 3,72
	П. Ф. А. Чіфа 1427381	37	7848 ± 239,9	3,84 ± 0,021	301,4 ± 9,79	3,20 ± 0,031	251,1 ± 3,11
	Елевейшна 1491007	78	7485 ± 122,6	3,87 ± 0,011	289,7 ± 4,99	3,18 ± 0,017	238,0 ± 1,75
К. І. Белла 1667366	Дж. Бесна 5694028588	31	8724 ± 235,2	3,83 ± 0,026	334,1 ± 8,49	3,22 ± 0,029	280,9 ± 2,87
	П. Ф. А. Чіфа 1427381	39	8407 ± 183,7	3,81 ± 0,026	320,7 ± 7,02	3,15 ± 0,029	264,8 ± 2,87
	Елевейшна 1491007	51	7907 ± 156,1	3,83 ± 0,017	302,8 ± 9,75	3,15 ± 0,027	249,1 ± 2,74
	Старбака 352790	69	7657 ± 155,7	3,77 ± 0,016	288,7 ± 5,56	3,21 ± 0,023	245,8 ± 2,35
	Валіанта 1650414	67	7757 ± 138,4	3,93 ± 0,015	304,9 ± 9,59	3,25 ± 0,040	252,1 ± 4,02
М. Б. Маршала 2290977	Старбака 352790	81	7637 ± 115,4	3,85 ± 0,015	294,1 ± 4,52	3,24 ± 0,019	247,4 ± 1,95
	Белла 1667366	26	7660 ± 270,1	3,73 ± 0,022	285,7 ± 8,52	3,14 ± 0,047	240,5 ± 6,69
	Елевейшна 1491007	31	7007 ± 217,3	3,76 ± 0,021	263,5 ± 9,16	3,17 ± 0,049	222,1 ± 4,89
	П. Ф. А. Чіфа 1427381	37	7848 ± 239,9	3,84 ± 0,021	301,4 ± 9,79	3,20 ± 0,031	251,1 ± 3,11
	Елевейшна 1491007	78	7485 ± 122,6	3,87 ± 0,011	289,7 ± 4,99	3,18 ± 0,017	238,0 ± 1,75

Найбільш чисельне потомство в оцінюваному стаді було одержане від бугаїв-плідників лінії Елевейшна за внутрішньолінійного підбору з надоем первісток 8272 кг. Порівняння цієї групи первісток з однолітками, отриманих від міжлінійного підбору, виявило невдалі поєднання з однолітками материнських ліній Белла та Старбака з різницею за надоем відповідно 420 ($P < 0,05$; $t_d = 2,03$) та 594 кг ($P < 0,001$; $t_d = 3,75$). Кроси батьківської лінії Елевейшна з материнськими Дж. Бесна, Маршала та П. Ф. А. Чіфа за надоем первісток майже були на рівні з однолітками, одержаними за внутрішньолінійного підбору, з надоем вищим за вісім тисяч (8054–8267 кг). За масовою часткою жиру та білка у молоці достовірна мінливість виявлена лише за жирномолочністю, і склала у межах 3,74–3,82% з достовірною різницею між крайніми показниками 0,08% ($P < 0,001$; $t_d = 4,71$). За молочним жиром первістки за внутрішньолінійного підбору були достовірно кращими за одноліток міжлінійних кросів Елевейшна $\times$ Белла та Елевейшна $\times$ Старбака з різницею відповідно на 19,2 ($P < 0,01$; $t_d = 2,61$) та 29,6 кг ($P < 0,001$; $t_d = 4,76$). За молочним білком краще виглядає група первісток міжлінійного кросу Елевейшна $\times$ Дж. Бесна (267,0 кг) з достовірним перевищенням трьох оцінених кросованих груп – Елевейшна $\times$ П. Ф. А. Чіфа (10,9 кг; $P < 0,001$; $t_d = 4,04$), Елевейшна $\times$ Белла (16,5 кг; $P < 0,001$; $t_d = 5,07$) та Елевейшна $\times$ Старбака (22,1 кг; $P < 0,001$; $t_d = 8,03$).

Крос батьківської лінії Дж. Бесна з материнськими виявив вдалий підбір лише з материнською лінією Елевейшна з надоем первісток 8104 кг, які мали достовірну перевагу над однолітками кросів ліній Дж. Бесна $\times$ Белла на 1022 кг ($P < 0,01$; $t_d = 2,86$) та Дж. Бесна $\times$ Старбака на 687 кг ($P < 0,01$; $t_d = 3,10$). За вмістом жиру та білка міжгрупової різниці не виявлено. За виходом молочного жиру кращим було потомство від міжлінійного підбору Дж. Бесна $\times$ Елевейшна (307,1 кг) з достовірним перевищенням лише у порівнянні з первітками кросу Дж. Бесна $\times$ Белла, яке склало 40,7 кг ($P < 0,05$; $t_d = 2,32$). Ця ж група була кращою й за молочним білком (257,7 кг) з достовірною перевагою решти кросів з материнськими лініями від 9,6 (лінія П. Ф. А. Чіфа; $P < 0,05$; $t_d = 2,50$) до 31,8 кг (лінія Белла; $P < 0,001$; $t_d = 7,32$).

Бугаї батьківської лінії Старбака були використанні на поголів'ї лише у кросі з материнськими лініями, але отримане від них потомство первісток не відрізнялося істотною мінливістю за надоем 7161–7848 кг. Різниця між граничними варіантами склала лише 687 кг за низького порогу значущості ($P < 0,05$; $t_d = 2,28$). Мінливість масової частки жиру та білка у межах оцінених груп виявилася низькою і склала, відповідно, з різницею 0,04 ($P < 0,05$; $t_d = 2,09$) та 0,09% (не/д; $t_d = 1,26$). За молочним жиром та білком різниця між крайніми варіантами величин склала відповідно 23,6 ($P < 0,05$; $t_d = 2,04$) та 19,8 кг ($P < 0,01$; $t_d = 2,90$).

Досить вдалим, за використання міжлінійного підбору батьківської лінії Белла з материнськими, виявився варіант кросу Белла $\times$ Дж. Бесна, від первісток якого отримано найвищий надій 8724 кг серед усього оціненого поголів'я, незалежно від методів підбору. На другій позиції з надоем 8407 кг первістки кросу ліній Белла $\times$ П. Ф. А. Чіфа. Ці дві групи вдалого міжлінійного підбору доводять свою спадкову перевагу над потомством кросів батьківської лінії Белла з материнськими Елевейшна, Старбака та Валіанта відповідно з достовірною різницею за надоем першої лактації у 817–1067 ($P < 0,05$ – $0,001$; $t_d = 2,35$ – $3,78$) та 500–750 кг ($P < 0,05$ – $0,01$; $t_d = 2,07$ – $3,11$). Досить мінливим за якісними ознаками молока виявилось потомство кросів лінії Белла з усіма материнськими з різницею між крайніми варіантами за масовою часткою жиру 0,16% ($P < 0,001$; $t_d = 7,29$) та білка – 0,10% ($P < 0,05$; $t_d = 2,02$), молочного жиру – 45,4 кг ($P < 0,001$; $t_d = 4,47$) та молочного білка – 28,8 кг ($P < 0,001$; $t_d = 5,83$).

Кращим за надоем первісток за міжлінійного підбору батьківської лінії Маршала з п'ятьма материнськими виявився крос з лінією П. Ф. А. Чіфа з надоем 7848 кг. Проте перевага над тваринами інших оцінених кросів на 188–368 кг була недостовірною, за виключенням варіанту Маршала $\times$ Елевейшна з різницею 841 кг ($P < 0,01$; $t_d = 2,60$). Жирномолочність даних груп первісток варіювала у межах 3,73–3,87% з достовірністю різниці 0,14% ($P < 0,001$; $t_d = 5,69$) та білковість – 3,14–3,24% з різницею 0,1% ($P < 0,05$; $t_d = 1,97$). Достовірна різниця

між крайніми величинами за молочним жиром склала 37,9 кг ($P < 0,01$; $t_d = 2,83$) та молочним білком – 29,0 кг ($P < 0,001$; $t_d = 5,00$).

Висновки. Встановлена достовірна диференціація ознак молочної продуктивності корів-первісток залежно від варіантів підбору вказує на доцільність моніторингу лінійного розведення у процесі селекції задля продуктивного поліпшення молочної худоби, у результаті якого можна виявляти кращі варіанти з перспективою їхнього використання.

REFERENCES

- Babik, N. P., Fedorovych, Ye. I., Fedorovych, V. V., & Oseredchuk, R. S. (2017). Produktivne dovolittia koriv molochnykh porid za riznykh metodiv pidboru [Productive longevity of dairy cows according to different selection methods] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Tvarynnytstvo – *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 7 (33), 29–35. [In Ukrainian].
- Bashchenko, M. I., Melnyk, Yu. F., Kruhliak, A. P., Biriukova, O. D., Polupan, Yu. P., & Kruhliak, T. O. (2018). *Ukrainska chervono-riaba molochna poroda* [Ukrainian Red-and-White dairy breed]. In M. V. Hladiy, Yu. P. Polupan (Eds.), *Selektsiini, henetychni ta biotekhnologichni metody udoskonalennia i zberezhenia henofondu porid silskohospodarskykh tvaryn* [Breeding, genetic and biotechnological methods of improving and preserving the gene pool of agricultural animal breeds]. (209–253). Tekhservis. [In Ukrainian]. <http://digest.iabg.org.ua/arhiv>.
- Burkat, V. P., & Polupan, Yu. P. (2004). *Rozvedennia tvaryn za liniiami: henezys poniat i metodiv ta suchasnyi selektsiinyi kontekst* [Breeding animals by lines: the genesis of concepts and methods and the modern breeding context]. *Ahrarna nauka*. [In Ukrainian].
- Dankiv, V. Ya., Petryshyn, M. A., & Pavlyshak, Ya. Ya. (2024). Produktivnist koriv zakhidnoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody pry riznykh variantakh pidboru [Productivity of cows of the western inbred type of the Ukrainian black-spotted dairy breed with different selection options] *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. Obroshyne, 75 (1), 132–143. [In Ukrainian]. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-1-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-1-12).
- Fedorovych, V. V., Fedorovych, Ye. I., Shpyt, I. V., & Mazur, N. P. (2023). Molochna produktyvnist koriv za riznykh variantiv pidboru batkivskykh par [Milk productivity of cows under different options for selection of parent pairs] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 65, 142–152. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.65>.
- Fedorovych, Ye. I., Kuziv, M. I., Melnyk, Yu. F., Kuziv, N. M., & Fedorovych, V. V. (2022). Selektiini oznaky koriv riznykh liniy ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Breeding traits of cows of different lines of the Ukrainian Black-and-White dairy breed] *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho – Scientific Bulletin of the S. Z. Gzhytsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 24 (96), 94–100. [In Ukrainian]. <https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>.
- Fyl, S. I., Fedorovych, Ye. I., & Bodnar, P. V. (2019). Dynamika molochnoi produktyvnosti koriv riznykh liniy [Dynamics of milk productivity of cows of different lines] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 57, 136–142. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.57.16>.
- Kalynka, A. K., Kazmiruk, L. V., & Lesyk, O. B. (2018). Nova stvoriuvana molochna khudoba novoi populiatsii na fermakh Bukovyny [Newly created dairy cattle of a new population on Bukovina farms] *Suchasni problemy selektsii rozvedennia ta hihieny tvaryn. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnologii – Modern problems of animal breeding and hygiene. Agricultural science and food technology*, 1 (100), 57–70. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M. (2013). Fenotypova konsolidatsiia koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody riznykh liniy za eksteriernym typom [Phenotypic consolidation of Ukrainian Red-and-White dairy cows of different lines by exterior type] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho*

- universytetu. *Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 1, 5–9. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M., & Karpenko, B. M. (2021). Rol buhaiv-plidnykiv, otsinenykh za typom dochok, u formuvanni selektsiinoho stada za eksterierom ta molochnoi produktyvnistiu [The role of breeding bulls, evaluated by the type of daughters, in the formation of the selection herd according to the exterior and milk productivity] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 3 (46), 19–27. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.3.4>.
- Khmelnychyi, L. M., & Loboda, A. V. (2019). Minlyvist oznak dovolittia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody za riznykh variantiv pidboru [Variability of longevity traits of Ukrainian Black-and-White dairy cows under different selection options] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 57, 143–151. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.57.17>.
- Khmelnychyi, L. M., & Loboda, V. P. (2014). Udoskonalennia stada z rozvedennia ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody za pokaznykamy dovichnoi produktyvnosti [Improvement of the herd from the breeding of the Ukrainian Red-and-White dairy breed according to indicators of lifetime productivity] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 2 (24), 91–97. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M., & Ovcharenko, O. O. (2023). Minlyvist oznak dovolittia koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody zalezno vid vplyvu spadkovosti henealohichnykh formuvan [Variability of signs of longevity of cows of the Ukrainian Red-and-White dairy breed depending on the influence of heredity of genealogical formations] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 3 (54), 78–84. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.3.11>.
- Khmelnychyi, L. M., & Shved, V. V. (2025a). Effectiveness of using dairy cattl selection methods. *Current Situation and Prospects of Agriculture, Forestry, Fisheries and Veterinary Medicine: International scientific conference*. (March 19–20, 2025. Riga, the Republic of Latvia). (p. 72–77). Riga, Latvia : Baltija Publishing. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-543-3-18>.
- Khmelnychyi, L. M., & Shved, V. V. (2025b). Efektyvnist selektsii za vykorystannia vnutri- ta mizhliniinoho pidboru u vysokoproduktyvnomu stadi molochnoi khudoby [Selection efficiency using intra- and interline selection in a high-yielding dairy herd] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 1 (60), 86–92. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2025.1.11>.
- Khmelnychyi, L. M., & Vechorka, V. V. (2018). Vplyv chastky spadkovosti holshtynskoi porody ta metodiv pidboru na hospodarsky korysni oznaky koriv molochnoi khudoby [Influence of Holstein breed heredity and selection methods on economically useful traits of dairy cows] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 55, 135–142. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2018_55_21.
- Khmelnychyi, L. M., Shved, V. V., & Suprun, I. O. (2024). Efektyvnist doboru ta pidboru u selektsiinomu protsesi udoskonalennia molochnoi khudoby – ohliad [The effectiveness of selection and selection in the breeding process of improving dairy cattle – a review] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 68, 106–124. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.68.09>.
- Khmelnychyi, L. M., Suprun, I. O., & Bardash, D. O. (2021). Dovichna produktyvnist koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody za riznykh variantiv pidboru [Lifetime productivity of cows of the Ukrainian Red-and-White dairy breed under various options of selection] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 1 (44), 29–35. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.1.4>.
- Kochuk-Yashchenko, O. A., Omelkovych, S. P., Kucher, D. M., Skyba, O. P., & Prokhnitskyi, M. S. (2022). Vplyv liniinoi nalezhnosti koriv na proiav yikh hospodarskykh

- korysnykh oznak [The influence of lineal ownership of cows on the manifestation of their useful economic traits] *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 128, 274–282. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.37>.
- Kohut, M. I. (2020). Osoblyvosti rozvedennia khudoby zakhidnoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody za riznykh variantiv skhreshchuvannia [Peculiarities of cattle breeding of the western inbred type of the Ukrainian Black-and-White dairy breed with different options for crossing] *Peredhirne i hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and mountain agriculture and stockbreeding*. Obroshyno, 68 (2), 174–184. [In Ukrainian]. [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(68\)-2-12](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-2-12).
- Kompanets, I. O. (2023). Minlyvist pokaznykiv dovolittia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody zalezno vid metodiv pidboru [Variability of longevity indicators of cows of the Ukrainian Black-and-White dairy breed depending on the methods of selection] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 4 (55), 10–17. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.4.2>.
- Kruhliak, T. O., & Kruhliak, A. P. (2023). Molochna produktyvnist koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody zalezno vid pokhodzhennia ta poiednuvanosti plidnykiv [Milk productivity of Ukrainian Red-and-White dairy cows depending on the origin and compatibility of the fertile animals] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 66, 70–78. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.66.07>.
- Kuziv, M. I., Fedorovych, V. V., Fedorovych, Ye. I., & Kuziv, N. M. (2023). Vplyv pidboru batkivskykh par na minlyvist oznak molochnoi produktyvnosti koriv [The influence of selection of parental pairs on the variability of milk production traits in cows] *Visnyk ahrarnoi nauky - Bulletin of Agricultural Science*, 9, 44–51. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202309-06>.
- Ladyka, V. I., Khmelnychi, L. M., Povod, M. G., Bordunova, O. G., Opara, V. O., Pavlenko, Yu. M., Bula, L. V., Lykhach, V. Ya., Lykhach, A. V., Verbelchuk, T. V., Izhboldina, O. O., Smyslov, S. Yu., & Samokhina, E. A. (2023). *Tekhnolohiia vyrobnytstva ta pererobky produktsii tvarynnytstva* [Technology of production and processing of livestock products]. Oldi+. [In Ukrainian].
- Mazur, N. P., Fedorovych, Ye. I., Fedorovych, V. V. (2019). *Formuvannia vysokoproduktyvnoho molochnoho stada z tryvalym hospodarskym vykorystanniam: nauk.-metodychni rekomendatsii* [Formation of a highly productive dairy herd with long-term economic use: scientific and methodological recommendations]. Instytut biolohii tvaryn NAAN. [In Ukrainian].
- Polupan, Yu. P. (2005). Henealohichna strukturyzatsiia novostvorenoi ukrainskoi chervonoj molochnoi porody za liniiami [Genealogical structuring of the newly created Ukrainian red dairy breed by lines] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 38, 97–107. [In Ukrainian].
- Polupan, Yu. P. (2013). Ontohenetychni ta selektsiini zakonirnosti formuvannia hospodarsky korysnykh oznak molochnoi khudoby [Ontogenetic and selection regularities of formation of economically useful traits of dairy cattle]. (Doctor's thesis). [In Ukrainian].
- Polupan, Yu. P., Ruban, S. Yu., Yefimenko, M. Ya., Kovalenko, H. S., Biriukova, O. D., Basovskiy, D. M., Pryima, S. V., & Podoba, Yu. V. (2019). *Rekomendatsii z pidboru buhaiv do matochnoho poholivia u molochnomu skotarstvi* [Recommendations for the selection of bulls for breeding stock in dairy farming]. [In Ukrainian].
- Ponko, L. P., & Dymchuk, A. V. (2024). Molochna produktyvnist koriv riznoho pokhodzhennia [Milk productivity of cows of different origins] *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podolsky Visnyk: Agriculture, Technology, Economy*. Kamianets-Podilskiy, 2 (43), 88–92. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-2.13>.
- Rudyk, I. A., & Stavetska, R. V. (2010). Konsolidovanist ta sporidnenist linii holshtynskoi porody v Ukraini [Consolidation and kinship of Holstein breed lines in Ukraine] *Tekhnolohiia*

- vyrobnytstva ta pererobky produktsii tvarynnytstva – *Animal Husbandry Products Production and Processing*. Bila Tserkva, 3 (72), 3–8. [In Ukrainian].
- Shcherbatyi, Z. Ye., & Bodnar, P. V. (2014). Molochna produktyvnist koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody riznykh linii v umovakh Prykarpattia [Milk productivity of Ukrainian Black-and-White dairy breed cows of different lines in the conditions of the Carpathian region] *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho – Scientific Bulletin of the S. Z. Gzhytsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 16, 3 (60), 3, 240–249. [In Ukrainian].
- Voitenko, S. L., & Zhelizniak, I. M. (2018). Molochna produktyvnist koriv riznykh linii ukrainskoi chorno-riaboi porody za prohresyvnoi tekhnolohii vyrobnytstva moloka [Milk productivity of cows of different lines of the Ukrainian Black-and-White dairy breed under advanced milk production technology] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 7(35). 18–22. [In Ukrainian].
- Voitenko, S. L., Sydorenko, O. V., Korol, P. V., & Babush, S. I. (2023). Vplyv liniinoi nalezhnosti na molochnu produktyvnist koriv vitchyznianskykh porid z riznoi spadkovistiu za holshtynskoiu porodoiu [The influence of lineage on milk production of cows of domestic breeds with different heritability according to the Holstein breed] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 66, 40–51. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.66.04>

Одержано редколегією 16.06.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.2.061.082:591.1

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.27>**ОЦІНКА БУГАЇВ-ПЛІДНИКІВ ЗА ЕКСТЕР'ЄРНИМ ТИПОМ ДОЧОК****Л. М. ХМЕЛЬНИЧИЙ, Ю. А. ПОНОМАРЬОВ***Сумський національний аграрний університет (Суми, Україна)*<https://orcid.org/0000-0001-5175-1291> – Л. М. Хмельничий<https://orcid.org/0009-0007-3229-257X> – Ю. А. Пономарьов

khmelnichy@ukr.net

У статті наведені результати досліджень бугаїв-плідників голштинської породи за екстер'єрним типом дочок за використання методики лінійної класифікації. Оцінювались корови-первістки стада з розведення української чорно-рябої молочної породи компанії «Укрлендфармінг» ПП «Буринське» Підліснівського відділення Сумського району. Лінійна класифікація дочок бугаїв-плідників висвітила міжгрупову диференціацію за показниками оцінки та позитивний вплив голштинізації на формування у їхнього потомства бажаного молочного типу, про що засвідчив середній рівень фінальної оцінки, який відповідає за міжнародною шкалою «добре з плюсом». Оцінка за 100-бальною шкалою комплексу лінійних ознак, які характеризують вираженість молочного типу, виявила міжгрупову мінливість з різницею у межах лімітів (81,7–84,9 бали) 3,2 бала ($P < 0,001$). Краще виражений молочний тип за показниками оцінок у дочок бугаїв-плідників П. Альтаварранта (84,6 бали), В. Рівера (84,8 бали), Х. Альтатрілла (84,8 бали) та П. Озона (84,9 бали). Рівень оцінок за групою лінійних ознак (82,8–85,7 бали), що вказують на розвиток тулуба, дозволить тваринам справитися з фізіологічним навантаженням, забезпечуючи максимальну реалізацію продуктивності. Мінливість оцінок за стан передніх і задніх кінцівок та ратиць знаходиться у межах 82,7–84,7 бали і також свідчить про потенційні можливості тривалого використання оцінених корів в умовах сучасного виробництва. Корови-первістки з найвищою фінальною оцінкою – дочки бугаїв П. Альтаварранта (84,8 бали), В. Рівера (84,6 бали), Х. Альтатрілла (84,8 бали) та П. Озона (84,9 бали) відрізняються й відповідно вищими оцінками за комплексом ознак вим'я – 84,8; 84,6; 84,8 та 84,9 бали. Достатньо високі оцінки за морфологічні ознаки вим'я дочок названих плідників-поліпшувачів свідчить про досить добрий їхній розвиток, від якого залежать високий надій, довголіття та пристосованість до машинного доїння. Мінливість оцінок за 18 описовими ознаками існує як у межах оцінених груп дочок бугаїв-плідників, так і у кожній окремо узятій групі, з найнижчою оцінкою 4,2 та найвищою – 8,2 бали.

Ключові слова: лінійна оцінка типу, бугаї-плідники, корови-первістки, екстер'єр, бал, тулуб, кінцівки, вим'я

EVALUATION OF BULL-SIRES BY THE EXTERIOR TYPE OF DAUGHTERS**L. M. Khmelnychiy, Yu. A. Ponomarov***Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)*

The article presents the results of studies of Holstein breeding bulls by the exterior type of daughters using the linear classification method. The first-born cows of the herd breeding the Ukrainian Black-and-White Dairy breed of the company "Ukrlandfarming" of the PE "Burynske" of the Pidlisnivsky branch of the Sumy district were evaluated. The linear classification of the daughters of breeding bulls highlighted the intergroup differentiation according to the assessment indicators and the positive impact of Holsteinization on the formation of the desired dairy type in their offspring, as evidenced by the average level of the final assessment, which corresponds to the

international scale of “good plus”. Evaluation of the complex of linear traits characterizing the expression of the dairy type on a 100-point scale revealed intergroup variability with a difference within the limits (81.7–84.9 points) of 3.2 points ($P < 0.001$). The dairy type is better expressed according to the evaluation indicators in the daughters of the bulls-breeders P. Altavarrant (84.6 points), V. River (84.8 points), J. Altatrill (84.8 points) and P. Ozon (84.9 points). The level of evaluations for the group of linear traits (82.8–85.7 points), indicating the development of the body, will allow the animals to cope with the physiological load, ensuring maximum productivity. The variability of the evaluations for the condition of the fore and hind limbs and hooves is within 82.7–84.7 points and also indicates the potential for long-term use of the evaluated cows in modern production conditions. The first-born cows with the highest final evaluation are the daughters of the bulls P. Altavarrant (84.8 points), V. River (84.6 points), J. Altatrill (84.8 points) and P. Ozon (84.9 points) are distinguished by higher scores for the complex of udder traits – 84.8; 84.6; 84.8 and 84.9 points, respectively. Sufficiently high scores for the morphological traits of the udders of the daughters of the named breeding bulls-improvers indicate their fairly good development, on which high milk yield, longevity and adaptability to machine milking depend. Variability of scores for 18 descriptive traits exists both within the assessed groups of daughters of breeding bulls, and in each group taken separately, with the lowest score of 4.2 and the highest – 8.2 points.

Key words: linear type assessment, breeding bulls, first-born cows, exterior, score, body, limbs, udder

Досвід селекції молочної худоби різних порід у світі та численні наукові дослідження свідчать про те, що корови з оптимально вираженими екстер'єрними ознаками, які відображають гармонійність будови тіла, характеризуються конституціональною міцністю, високою молочною продуктивністю та тривалим терміном продуктивного використання (Novak, 2010; Soni et al., 2020; Getu & Misganaw, 2015; Polupan, 2015; Khmelnychy et al., 2023; Khmelnychy & Karpenko, 2021; Kosov et al., 2023; Török et al., 2021). У цьому контексті важливою складовою селекційної роботи є впровадження різних методів оцінки екстер'єру. Одним із найбільш усталених підходів, що застосовується вже майже сто років, є лінійна класифікація молочних і молочно-м'ясних порід за типом (Ladyka et al., 2010; ICAR, 2018). Підвищення продуктивності та покращення екстер'єрних показників стада значною мірою залежить від правильного добору бугаїв-плідників, особливо тих, чий вплив позитивно позначається на оцінках екстер'єру їхніх дочок (Kohut, 2014; Polupan, 2010; Khmelnychy, 2007; 2009; Khmelnychy & Karpenko, 2021). Це завдання є ключовим та водночас надзвичайно відповідальним для селекціонера. До того ж, результати багатьох досліджень демонструють, що в молочному скотарстві генетичне вдосконалення порід визначається провідним внеском спадковості бугаїв-плідників (Biriukova, 2010; Pidpala et al., 2019; Khmelnychy & Karpenko, 2021; Basovsky et al., 1992).

Враховуючи важливість питання, яке постає під час добору бугая-плідника для певного стада, необхідно об'єктивно оцінити селекційну ситуацію самого стада. Особливу увагу слід приділити формуванню екстер'єрного типу тварин загалом, а також ролі використовуваних бугаїв-плідників у цьому процесі. Адже саме через них передаються як бажані характеристики будови тіла, так і потенційні недоліки.

Матеріали та методи досліджень. Оцінка дочок бугаїв-плідників за методикою лінійної класифікації (Khmelnychy et al., 2016) проведена у стаді компанії «Укрлендфармінг» ПП «Буринське» Підліснівського відділення Сумського району. Оцінювались корови-первістки за двома системами: 9-бальною з лінійним описом 18 статей екстер'єру і 100-бальною з урахуванням чотирьох комплексів лінійних ознак типу, які характеризують: молочний тип корів, стан тулуба, кінцівок та розвиток морфологічних статей вим'я. Названі екстер'єрні комплекси оцінювались незалежно один від одного зі своїм ваговим коефіцієнтом у фінальній оцінці (ФО) тварини: 15% за молочний тип (МТ); 20% за тулуб (Т); 25% за кінцівки (К) та 40% за вим'я (В). Фінальну оцінку типу визначали за формулою:

$$\text{ФО} = (\text{MT} \times 0,15) + (\text{T} \times 0,20) + (\text{K} \times 0,25) + (\text{B} \times 0,40)$$

Результати оцінки обраховували методами біометричної статистики за формулами, наведеними В. І. Ладикою та ін. (Ladyka et al., 2023).

Результати досліджень. Лінійна класифікація дочок бугаїв-плідників голштинської породи показала, найперше – міжгрупову диференціацію за показниками, по-друге, що середній рівень фінальної оцінки відповідає за загальноприйнятою міжнародною шкалою «добре з плюсом» (табл. 1). Це свідчить про позитивний вплив голштинізації на формування у їхнього потомства екстер'єру у напрямі бажаного молочного типу.

1. Оцінка бугаїв-плідників за типом дочок у межах 100-бальної шкали, ($\bar{x} \pm S.E.$)

Кличка та ідент. № бугая-плідника	Лінія	n	Комплекс лінійних статей, які характеризують розвиток:				Фінальна оцінка
			молочного типу	тулуба	кінцівок	вим'я	
С. Д. Хейр 3203845450	П. Ф. Ф. Чіфа	22	83,7 ± 0,38	83,6 ± 0,47	82,9 ± 0,54	83,5 ± 0,33	83,4 ± 0,34
П. Альтаваррант 3149335018	П. Ф. Ф. Чіфа	27	84,6 ± 0,32	85,7 ± 0,24	84,6 ± 0,44	84,6 ± 0,32	84,8 ± 0,31
П. Альтаїза 3200824743	П. Ф. Ф. Чіфа	21	81,7 ± 0,34	82,8 ± 0,29	82,8 ± 0,25	82,4 ± 0,28	82,5 ± 0,29
В. Рівер 12843180	П. Ф. Ф. Чіфа	32	84,8 ± 0,28	84,9 ± 0,23	84,7 ± 0,26	84,3 ± 0,33	84,6 ± 0,27
Х. Альтатрілл 3149482696	Елевейшна	33	84,8 ± 0,22	85,5 ± 0,21	84,6 ± 0,26	84,5 ± 0,23	84,8 ± 0,23
Г. Драфтлік 3148918960	Елевейшна	24	82,2 ± 0,31	83,4 ± 0,27	82,8 ± 0,26	82,4 ± 0,29	82,7 ± 0,28
В. Евіт 13358498	Елевейшна	20	82,4 ± 0,35	83,2 ± 0,31	82,7 ± 0,29	83,2 ± 0,32	83,0 ± 0,26
П. Озон 13353787	Елевейшна	31	84,9 ± 0,23	85,2 ± 0,22	84,6 ± 0,25	85,0 ± 0,27	84,9 ± 0,22

Високі показники оцінок корів за комплексом ознак 100-бальної шкали, загалом свідчать про добре виражений у них молочний тип, який забезпечує фізіологічну спроможність до високих надоїв. Тварини молочного типу відрізняються кутастими формами, без ознак слабості та грубості, у них спостерігається гармонійне поєднання та пропорційний розвиток окремих частин тіла. Міжгрупова мінливість оцінок вказує на достовірну різницю між їх лімітами (81,7–84,9 бали), яка склала 3,2 бала ($P < 0,001$; $t_d = 7,80$). Краще виражений молочний тип за показниками оцінок у дочок бугаїв-плідників П. Альтаварранта (84,6 бали), В. Рівера (84,8 бали), Х. Альтатрілла (84,8 бали) та П. Озона (84,9 бали).

Наступний комплекс лінійних ознак – характеристика розвитку тулуба, якість якого оцінюється за міцністю, висотою, глибиною та довжиною. Оцінка цих ознак дуже важлива з фізіологічної точки зору, оскільки у грудній частині знаходяться серце та легені, а у черевній – шлунково-кишковий тракт. Відомо, що для утворення одного літра молока через судини вим'я перетікає 400–500 літрів крові. Це свідчить, що процес утворення молока ставить досить високі вимоги до серцево-судинної системи та дихання, і чим вища продуктивність тварини, тим більша їх напруга і розвиток (Kostenko, 2015). Добрий розвиток шлунково-кишкового тракту забезпечує споживання великої кількості грубих кормів, переробляючи їх на молоко. Висока оцінка за цим комплексом ознак підвищує життєздатність корів (Ladyka et al., 2019b). За результатами оцінки краще розвинений тулуб у дочок бугаїв П. Альтаварранта (85,7 бали), Х. Альтатрілла (85,5 бали) та П. Озона (85,2 бали). Групи дочок цих трьох плідників за оцінкою ознак тулуба з достовірною різницею перевищують однополовік решти груп, за виключенням дочок В. Рівера, на 1,6–2,9 бала ($P < 0,01$ – $0,001$).

Оцінка комплексу лінійних ознак, які характеризують стан тазових і грудних кінцівок та ратиць проводиться у напрямі здатності тварини до вільного руху та навантажень. Особ-

ливої ваги набувають ці ознаки при утриманні корів в умовах промислових підприємств, коли від міцності кінцівок залежить довголіття корів (Khmelnychyi & Kargenko, 2021; Ladyka et al., 2019a; Khmelnychyi & Vechorka, 2018). Ваговий коефіцієнт за оцінку групи ознак, що характеризують стан кінцівок, у фінальній оцінці складає 25%. Мінливість оцінок за даний комплекс знаходиться у межах 82,7–84,7 бали з достовірною різницею між ними 2,0 бала ($P < 0,001$; $t_d = 5,13$).

Проте фінальна оцінка корів за екстер'єрним типом залежить від оцінки за комплекс групи ознак, які характеризують розвиток морфологічних ознак вим'я, з ваговим коефіцієнтом 40%. Корови-первістки з найвищою фінальною оцінкою – дочки бугаїв П. Альтаварранта (84,8 бали), В. Рівера (84,6 бали), Х. Альтатрілла (84,8 бали) та П. Озона (84,9 бали) відрізняються й відповідно вищими оцінками за комплексом ознак вим'я – 84,8; 84,6; 84,8 та 84,9 бали. Міжгрупова різниця за оцінками морфологічних ознак вимені склала 2,7 бала з достовірністю при $P < 0,001$ ($t_d = 6,59$). Достатньо високі оцінки за морфологічні ознаки вим'я дочок названих плідників за 100-бальною шкалою свідчить про досить добрий їхній розвиток, від якого залежать високий надій, довголіття, пристосованість до машинного доїння (Dadrasaand et al., 2008; Djedović et al., 2023; Khmelnychyi et al., 2022; Kern et al., 2015; Rafiee et al., 2025).

Разом з тим, описова за 9-ти бальною шкалою система лінійної оцінки, порівняно зі 100-бальною, забезпечує найбільш об'єктивне уявлення про розвиток ключових для селекції статей екстер'єру корови. Згідно з рекомендаціями ICAR (2018), кожна лінійна ознака відображає унікальну характеристику корови, що виділяється серед інших. У цій системі обов'язковому опису підлягають ознаки екстер'єру, затверджені ICAR. Вони, у тому числі, охоплюють характеристики групових ознак молочного типу, тулуба, кінцівок та вимені, враховуючи окремий перелік недоліків, притаманних молочній худобі (табл. 2).

Мінливість оцінок за 18 описовими ознаками існує як у межах оцінених груп дочок бугаїв-плідників, так і у кожній окремо узятій групі, з найнижчою оцінкою 4,2 бала (розміщення дійок у дочок бугая Х. Альтатрілла) та найвищою – 8,2 бали (кутастість дочок бугая П. Альтаварранта). Мінливість оцінок у межах кожної оціненої статі незначна, що свідчить у загальному про певний рівень консолідації корів стада за типом, особливо за ознаками, які корелюють з молочною продуктивністю та довголіттям.

Рівень оцінок дочок бугаїв-плідників, які отримали вищу фінальну оцінку (П. Альтаваррант, В. Рівер, Х. Альтатрілл, та П. Озон), за описовими ознаками відрізняється від решти груп кращими показниками.

Висновки. Встановлена диференціація бугаїв-плідників за оцінкою лінійних ознак їхніх дочок дозволила виявити поліпшувачів типу, повторне використання яких у підборі забезпечить удосконалення корів стада за екстер'єром.

Для гарантованого поліпшення корів стада за екстер'єрним типом рекомендується використовувати надалі бугаїв-плідників П. Альтаварранта 3149335018, В. Рівера 12843180, Х. Альтатрілла 3149482696 та П. Озона 13353787.

2. Оцінка бугаїв за описовими ознаками екстер'єру 9-ти бальної шкали, ($\bar{x} \pm S.E.$)

Описова ознака екстер'єру	С.Д. Хейр	П.Альта- варрант	П.Альтаіза	В. Рівер	Х. Альтатрілл	Г. Драфтлік	В.Евіт	П. Озон
висота у крижах	5,9 ± 0,19	7,1 ± 0,32	6,7 ± 0,25	7,6 ± 0,31	7,4 ± 0,19	6,4 ± 0,22	6,7 ± 0,25	7,5 ± 0,15
ширина грудей	5,9 ± 0,17	6,8 ± 0,29	6,2 ± 0,28	6,4 ± 0,25	6,1 ± 0,23	6,6 ± 0,18	6,4 ± 0,21	5,9 ± 0,17
глибина тулуба	6,7 ± 0,19	7,8 ± 0,23	6,4 ± 0,21	7,7 ± 0,22	7,8 ± 0,25	6,8 ± 0,17	7,1 ± 0,23	7,2 ± 0,15
кутастість	6,8 ± 0,21	8,2 ± 0,31	6,9 ± 0,18	7,8 ± 0,17	8,1 ± 0,21	6,9 ± 0,24	7,1 ± 0,21	7,8 ± 0,14
положення заду	5,4 ± 0,15	5,1 ± 0,17	5,1 ± 0,16	5,2 ± 0,16	5,1 ± 0,14	5,3 ± 0,14	4,9 ± 0,15	5,1 ± 0,12
ширина заду	6,3 ± 0,22	7,3 ± 0,22	6,8 ± 0,19	6,9 ± 0,24	7,6 ± 0,18	6,3 ± 0,15	7,0 ± 0,23	7,2 ± 0,16
кут тазових кінцівок	5,4 ± 0,18	5,2 ± 0,16	4,9 ± 0,18	5,4 ± 0,18	4,9 ± 0,15	5,6 ± 0,19	4,8 ± 0,16	5,2 ± 0,11
постава зад. кінцівок	6,2 ± 0,22	7,4 ± 0,23	6,3 ± 0,16	7,5 ± 0,15	7,2 ± 0,18	6,7 ± 0,16	6,6 ± 0,17	6,9 ± 0,14
кут ратиці	5,7 ± 0,23	6,6 ± 0,24	5,8 ± 0,22	6,8 ± 0,19	6,7 ± 0,19	6,3 ± 0,22	5,6 ± 0,21	6,6 ± 0,12
переднє прикріплення вимені	6,5 ± 0,21	7,7 ± 0,22	7,0 ± 0,23	7,6 ± 0,21	7,5 ± 0,17	6,7 ± 0,23	7,0 ± 0,23	7,4 ± 0,15
заднє прикріплення вимені	6,2 ± 0,22	7,4 ± 0,23	6,6 ± 0,16	7,4 ± 0,19	7,0 ± 0,16	6,4 ± 0,20	6,7 ± 0,21	7,2 ± 0,12
центральна зв'язка	6,6 ± 0,23	8,1 ± 0,25	6,4 ± 0,22	7,8 ± 0,22	7,9 ± 0,22	6,7 ± 0,27	6,9 ± 0,26	7,6 ± 0,21
глибина вимені	6,2 ± 0,21	7,5 ± 0,24	6,5 ± 0,21	7,8 ± 0,24	7,4 ± 0,21	6,5 ± 0,23	6,3 ± 0,21	7,2 ± 0,14
розміщення пер. дійок	4,8 ± 0,19	5,6 ± 0,27	5,8 ± 0,17	5,8 ± 0,22	4,8 ± 0,25	4,9 ± 0,24	5,1 ± 0,23	5,3 ± 0,12
розміщення зад. дійок	5,2 ± 0,17	5,1 ± 0,19	5,2 ± 0,18	5,2 ± 0,24	4,2 ± 0,22	5,3 ± 0,19	5,4 ± 0,15	4,9 ± 0,14
довжина дійок	5,2 ± 0,16	5,2 ± 0,14	5,4 ± 0,17	4,9 ± 0,14	5,1 ± 0,16	5,2 ± 0,14	5,3 ± 0,13	5,2 ± 0,11
переміщення	6,8 ± 0,19	7,5 ± 0,21	6,8 ± 0,15	7,2 ± 0,22	7,1 ± 0,19	6,7 ± 0,23	7,1 ± 0,17	6,9 ± 0,17
вгодованість	6,8 ± 0,15	6,4 ± 0,25	7,1 ± 0,21	6,6 ± 0,25	5,9 ± 0,23	6,9 ± 0,25	6,3 ± 0,23	5,9 ± 0,19

REFERENCE

- Basovskyi, M. Z., Rudyk, I. A., & Burkat, V. P. (1992). *Vyroshchuvannia, otsinka i vykorystannia plidnykiv* [Growing, evaluating and using fruit trees]. Urozhai. (In Ukrainian).
- Biriukova, O. D. (2010). Pro rol henotypu plidnyka u selektsiinomu protsesi [On the role of the genotype of the progenitor in the breeding process] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 44, 17–20. (In Ukrainian).
- Dadpasaand, M., Miraei-Ashtiani, S. R., Shahrehabak, M. M., & Torshizi, R. V. (2008). Impact of conformation traits on functional longevity of Holstein cattle of Iran assessed by a Weibull proportional hazards model. *Livest. Sci.*, 118, 204–211.
- Djedovi'c, R., Vukasinovic, N., Stanojevi'c, D., Bogdanovi'c, V., Ismael, H., Jankovi'c, D., Gligovi'c, N., Brka, M., & Štrbac, L. (2023). Genetic Parameters for Functional Longevity, Type Traits, and Production in the Serbian Holstein. *Animals*, 13, 534. <https://doi.org/10.3390/ani13030534>.
- Getu, A., & Misganaw, G. (2015). The Role of Conformational Traits on Dairy Cattle Production and Their Longevities. *Open Access Library Journal*, 2, 1–9. <https://doi.org/10.4236/oalib.1101342>.
- ICAR Guidelines for Conformation Recording of Dairy Cattle, Beef Cattle and Dairy Goats, 1/76. Section – 5, Conformation Recording, version June, 2018. <https://www.icar.org/Guidelines/05-Conformation-Recording.pdf>.
- Kern, E. L., Cobuci, J. A., Costa, C. N., McManus, C. M., & Braccini, J. (2015). Genetic association between longevity and linear type traits of Holstein cows. *Sci. Agric.*, 72, 203–209.
- Khmelnychyi, L., & Karpenko, B. (2021). Evaluation and variability of linear classification indicators in their relationship with milk yield of cows of holstein breed of regional selection. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 21, 1, 423–430. PRINT ISSN 2284–7995.
- Khmelnychyi, L., Khmelnychyi, S., Samokhina, Y., Rubtsov, I. (2022). Lifespan of cows of dairy cattle depending on the udder linear traits evaluation. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22, 4, 313–322.
- Khmelnychyi, L. M. (2007). *Otsinka eksterieru tvaryn v systemi selektsii molochnoi khudoby* [Evaluation of animal conformation in the dairy cattle breeding system]. Sumy, 260.
- Khmelnychyi, L. M. (2009). Realizatsiia spadkovosti buhaiv-plidnykiv u spivvidnosnii minlyvosti liniinoi otsinky z molochnoi produktivnistiu koriv u vikovii dynamitsi laktatsii [Realization of the heredity of breeding bulls in the relative variability of the linear estimate with milk productivity of cows in the age dynamics of lactations] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 43, 329–339. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M., & Karpenko, B. M. (2021). Tryvalist zhyttia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi ta holshtynskoi porid zalezho vid rivnia otsinky opysovykh oznak, yaki kharakteryzuiut rozvytok tuluba, u zahalnyi systemi liniinoi klasyfikatsii eksteriernoho typu [Life expectancy of cows of the Ukrainian black-spotted dairy and Holstein breeds depending on the level of assessment of the descriptive features that characterize the development of the body, in the general system of linear classification of the exterior type] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 1 (44), 11–22. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.1.2>.
- Khmelnychyi, L. M., & Karpenko, B. M. (2021). Rol buhaiv-plidnykiv, otsinenykh za typom dochok, u formuvanni selektsiinoho stada za eksterierom ta molochnoi produktivnistiu [The role of sires, evaluated by the type of their daughters, in the formation of breeding herd for the conformation and milk productivity] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 3(46), 19–27. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.3.4>.
- Khmelnychyi, L. M., & Vechorka, V. V. (2018). Vplyv otsinky liniinykh oznak typu, yaki kharakteryzuiut stan kintsivok, na tryvalist zhyttia koriv ukrainskykh chervono-riaboi ta chorno-

- riaboi molochnykh porid [The impact of the assessment of linear type traits characterizing the condition of the limbs on the lifespan of cows of Ukrainian red-mottled and black-mottled dairy breeds] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 2(34), 20–26.
- Khmelnichyi, L. M., Ladyka, V. I., Polupan, Yu. P., Bratushka, R. V., Pryima, S. V., & Vechorka, V. V. (2016). *Liniina klasyfikatsiia koriv molochnykh i molochno-miasnykh porid za typom*. (Metodychni vказivky) – 2-e vyd., pererob. i dop. [Linear classification of dairy and dairy-meat cows by type. (Guidelines) – 2nd ed., revised. and additional]. Sumy National Agrarian University.
- Khmelnichyi, L., Samokhina, E., Khmelnichyi, S., & Karpenko, B. (2023). Linear type traits that characterize body development as the predictors of lifetime of Ukrainian Black-and-White dairy and Holstein cows. *Animal Husbandry Products Production and Processing*, 1. 19–28.
- Kohut, M. I. (2014). Otsinka buhaiv-plidnykiv za typom budovy tila yikh dochok [Evaluation of breeding bulls by the body type of their daughters] *Predhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 56(2), 144–149.
- Kosov, V. A., Pimenov, M. V., Tresnytskyi, S. M., & Tresnytskyi, A. S. (2023). Liniina otsinka eksterieru ukrainskykh chervonykh molochnykh koriv [Linear evaluation of the exterior of Ukrainian red dairy cows] *Veterynariia Zootekhniia i Biotekhnohiiia – Veterinary Science, Animal Science and Biotechnology*, 1(110), 108–118. (In Ukrainian) <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202301011>.
- Kostenko, V. I. (2015). *Fiziolohiia laktatsii* [Physiology of lactation]. Ahroosvita.
- Ladyka, V. I., Khmelnichyi, L. M., & Khmelnichyi, S. L. (2019b). Vplyv rozvytku liniinykh oznak eksterieru, yaki kharakteryzuiut stan rozvytku tuluba, na zhyttiezdatnist koriv ukrainskoi buroi molochnoi porody. [The influence of the development of linear features of the exterior, which characterize the state of body development, on the viability of cows of the Ukrainian brown dairy breed] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 58, 120–129. <https://doi.org/10.31073/abg.58.16>.
- Ladyka, V. I., Khmelnichyi, L. M., Burkat, V. P., & Ruban, S. Yu. (2010). *Reyestratsiya ICAR : Dovidnyk* [ICAR Registration : Reference book]. Sumy National Agrarian University. (In Ukrainian).
- Ladyka, V. I., Khmelnichyi, L. M., & Khmelnichyi, S. L. (2019a). *Conformation types of brown cattle of Sumy region of Ukraine*. Lublin.
- Ladyka, V. I., Khmelnichyi, L. M., Povod, M. G., Bordunova, O. H., Opara, V. O., Pavlenko, Yu. M., Bula, L. V., Lykhach, V. Ia., Lykhach, A. V., Verbelchuk, T. V., Izhboldina, O. O., Smyslov, S. Iu., & Samokhina, Ye. A. (2023). *Tekhnolohiia vyrobnytstva ta pererobky produktii tvarynnytstva: pidruchnyk dlia aspirantiv* [Technology of production and processing of livestock products: a textbook for graduate students]. Odesa: Oldi+. (In Ukrainian).
- Novak, I. V. (2010). Eksterierno-konstytutsiini osoblyvosti koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Exterior and constitutional features of Ukrainian black and white dairy cows] *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnohii imeni S. Z. Gzhytskoho – Scientific Bulletin of the S. Z. Gzhytsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 12, 3(45), 3, 69–74. (In Ukrainian).
- Pidpala, T. V., Zaitsev, Ye. M., & Pravda, A. O. (2019). Rezultaty vykorystannia buhaiv-plidnykiv holshtynskoi porody pry stvorenni vysokoproduktyvnoho stada [Results of using Holstein sire bulls in creating a highly productive herd] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 169–180. (In Ukrainian).
- Polupan, Yu. P. (2010). Udoskonalennia metodyky bonituvannia koriv molochnykh porid za eksterierom. In I. V. Guziev (Ed.), *Metodolohiia naukovykh doslidzhen z pytan seleksii, henetyky ta biotekhnohii u tvarynnytstvi* [Improving the methodology for grading dairy cows by exterior. Methodology of scientific research on breeding, genetics and biotechnology in

- animal husbandry], materialy nauk.-teor. konf., prysviachenoj pamiaty akademika UAAN Valeriia Petrovycha Burkata, Chubynske, 25 liutoho 2010 roku. (с. 95–98). Kyiv. (In Ukrainian).
- Polupan, Yu. P. (2015). Genetic determination of the duration and effectiveness of lifetime use of Black-and-White dairy cattle *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 49, 120–133. (in Ukrainian).
- Rafiee, S., Miraei-Ashtiani, S. R., Sadeghi-Sefidmazgi, A., & Mehrabani-Yeganeh, H. (2025). Correlations among production and linear type traits in Holstein cows: A meta-analysis study. *Iranian Journal of Animal Science*, 56(1), 139–154. <https://doi.org/10.22059/ijas.2024.371599.653995>.
- Soni, A., Mishra, S., Santra, A. K., Singh, N., Pathak, R., Bobade, M. D., Dubey, A., Sonkar, N., & Bhagat, S. (2020). Correlation between the Linear Type Traits and Milk Yields and its Composition in Dairy Cattle. *Int. J.Curr. Microbiol. App. Sci.*, 9(4), 174–180. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.904.022>.
- Török, E., Komlósi, I., Szőnyi, V., Béri, B., Mészáros, G., & Posta, J. (2021). Combinations of Linear Type Traits Affecting the Longevity in Hungarian Holstein-Friesian Cows. *Animals*, 11(11), 3065. <https://doi.org/10.3390/ani11113065>.

Одержано редколегією 01.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.2.034.061.082

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.28>

ОЦІНКА МІНЛИВОСТІ ПОПУЛЯЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОМІРІВ БУДОВИ ТІЛА КОРІВ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ

Л. М. ХМЕЛЬНИЧИЙ, В. В. ШВЕД

Сумський національний аграрний університет (Суми, Україна)

<https://orcid.org/0000-0001-5175-1291> – Л. М. Хмельничий<https://orcid.org/0009-0007-8238-8967> – В. В. Швед

khmelnichy@ukr.net

У стадії з розведення двох порід – української чорно-рябої молочної та голштинської власної селекції, проведено дослідження з вивчення співвідносної мінливості промірів будови тіла корів-первісток з надоєм та рівня їх успадкованості. Результати дослідження показали, що рівень додатних коефіцієнтів кореляції та їхня достовірність служать доказом, що продуктивність корів-первісток української чорно-рябої молочної та голштинської порід значною мірою залежить від висоти в холці ($r = 0,311$ та $0,414$) та крижах ($r = 0,297$ та $0,377$), глибини грудей ($r = 0,384$ та $0,422$) широтних промірів задку ($r = 0,321$ – $0,376$ та $0,341$ – $0,392$), довжини тулуба ($r = 0,297$ та $0,339$) та обхвату грудей ($r = 0,351$ та $0,396$). Тому добір корів у віці першої лактації піддослідного стада за промірами опосередковано забезпечить ефективність селекції за надоєм. При цьому він буде ефективнішим серед корів голштинської породи. Мінливість коефіцієнтів успадкованості статей будови тіла корів-первісток спостерігається як всередині оцінених промірів, так і між породами. Проте у тварин голштинської породи показники коефіцієнтів виявилися вищими. Частка спадкової мінливості у загальній фенотиповій промірів корів-первісток української чорно-рябої молочної породи склала у межах 16,2–30,7%, тоді як у голштинів вона була вищою – 19,6–38,4%. Одержана достовірна додатна співвідносна мінливість між промірами статей будови тіла і величиною надою та достатній рівень успадкованості промірів корів-первісток є мотивуючими чинниками задля проведення ефективної селекції худоби молочних порід за екстер'єром.

Ключові слова: українська чорно-ряба молочна порода, голштинська порода, кореляція, успадкованість, надій, корови-первістки, проміри

EVALUATION OF VARIABILITY OF POPULATION-GENETIC PARAMETERS OF BODY STRUCTURE MEASUREMENTS OF BLACK-AND-WHITE DAIRY CATTLE COWS

L. M. Khmelnichyi, V. V. Shved

Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)

In a herd breeding two breeds – Ukrainian Black-and-White Dairy and Holstein own selection, a study was conducted to study the correlation of variability of body structure measurements of first-born cow cows with milk yield and the level of their heritability. The results of the study showed that the level of positive correlation coefficients and their reliability serve as evidence that the productivity of first-born cows of the Ukrainian Black-and-White dairy and Holstein breeds significantly depends on the height at the withers ($r = 0.311$ and 0.414) and rump ($r = 0.297$ and 0.377), chest depth ($r = 0.384$ and 0.422), latitudinal measurements of the rump ($r = 0.321$ – 0.376 and 0.341 – 0.392), body length ($r = 0.297$ and 0.339) and chest girth ($r = 0.351$ and 0.396). Therefore, the selection of cows at the age of the first lactation of the experimental herd by measurements will indirectly ensure the effectiveness of selection by milk yield. At the same time, it will be more

effective among Holstein cows. The variability of the coefficients of heritability of the sexes of the body structure of first-born cows is observed both within the estimated measurements and between breeds. However, the coefficients were higher in Holstein animals. The share of hereditary variability in the total phenotypic measurements of first-born cows of the Ukrainian Black-and-White dairy breed was within 16.2–30.7%, while in Holsteins it was higher – 19.6–38.4%. The obtained significant positive correlation between the sexes of the body structure measurements and the size of the litter and the sufficient level of heritability of the measurements of first-born cows are motivating factors for the effective selection of dairy cattle by exterior.

Keywords: Black-and-White Dairy breed, Holstein breed, correlation, heritability, milk yield, first-born cows, measurements

Оцінка тварин молочної худоби за екстер'єром залишається одним із ключових методів визначення їх біологічних та господарських якостей на основі соматометричних параметрів. Цей важливий селекційний захід й досі зберігає свою актуальність і навіть набуває більшого значення в умовах переходу молочного скотарства до сучасних промислових технологій. Багаторічний досвід селекції свідчить, що тварини з міцною конституцією та відповідними екстер'єрними характеристиками здатні демонструвати високу продуктивність, добре адаптуватися до механізованих процесів виробництва, проявляти витривалість, забезпечувати стабільну відтворюваність і тривале продуктивне використання (Burkat et al., 2004; Polupan 2013; Zink et al., 2014; Martin et al., 2019; Khmelnychy & Karpenko, 2021; Admin et al., 2023; Polupan & Pryima, 2024).

Наразі серед різноманітних способів оцінювання екстер'єру (візуальна оцінка, опис статей будови тіла, бальна система, за промірами, індексна оцінка, лінійна оцінка типу) метод оцінки корів за промірами має особливе значення у селекційно-племінній роботі. Це обумовлено тим, що він забезпечує об'єктивне цифрове вираження мінливості розвитку найвпливовіших частин тіла в аспекті їхньої співвідносної мінливості з продуктивними ознаками тварини на будь-якому етапі її життя (Khmelnychy & Khmelnychy, 2019). Цей підхід дає змогу здійснювати порівняльний аналіз як між окремими тваринами, так і між різними породами, селекційними групами, лініями та стадами. Біометричне опрацювання даних промірів сприяє точному визначенню розвитку окремих статей та індексів будови тіла, бажане поєднання яких відображає гармонійний стан екстер'єрного типу тварини (Khmelnychy, 2010).

Високий рівень розвитку та збалансоване у гармонійному поєднанні співвідношення окремих частин тіла тварин молочної худоби сприяють зміцненню її здоров'я, визначають напрямок продуктивності та розширюють фізіологічні можливості для максимальної реалізації господарськи корисних ознак за відповідних створених умов (Polupan, 2013; Khmelnychy & Karpenko, 2021; 2023; Khmelnychy et al., 2024). Наявність додатної кореляції між промірами статей будови тіла та ознаками молочності корів дає змогу здійснювати опосередковану селекцію корів молочного типу із врахуванням їхніх екстер'єрних характеристик (Stavetska & Dynko, 2016; Iliashenko, 2018; Ermetin & Dağ, 2021; Xue et al., 2023; Risimati et al., 2023; Polupan & Pryima, 2024).

Наступний параметр популяційної генетики – успадковуваність, також відіграє важливу роль у напрямку ефективності селекції за кількісними ознаками. Успадковуваність статей будови тіла на достатньому рівні забезпечує ефективність масової селекції корів за екстер'єрним типом (Salohub & Khmelnychy, 2010; 2021; Zavadilová & Štípková, 2012; Zink et al., 2014; Novotný et al., 2017). Результати популяційно-генетичних досліджень вказують на те, що ознаки, які характеризують будову тіла молочних корів, як будь-які інші кількісні господарськи корисні показники, детермінуються адитивною дією генів і успадковуються за проміжним типом (Zubets et al., 2002; Polupan, 2013; Khmelnychy & Suprun, 2023).

Добір особин з найкращим проявом фенотипу за умов високої успадковуваності дозволяє істотно змінити напрям розвитку ознаки у потомства, спрямовуючи її у бажаний бік. Водночас за низької успадковуваності ознаки спостерігається майже повне повернення її до

середнього рівня вихідного покоління. У разі зменшення генетичної мінливості реакція на добір стає слабшою, що впливає на реалізацію успадковуваності (Polupan, 2013). Важливо пам'ятати, що успадковуваність завжди залежить від конкретних умов середовища (Hladii et al., 2014; 2018). Генотип визначає норму реакції організму на зовнішні чинники і зміни цих умов призводять до відповідних реактивних змін. Тому, розділити вплив успадковуваності та середовища можливо лише з певною часткою умовності та в межах невеликих коливань зовнішніх факторів. Це підкреслює важливість регулярного генетико-популяційного моніторингу стад щодо успадковуваності кількісних господарськи корисних ознак. Такий підхід дозволяє значно підвищити ефективність селекції за умови отримання високих коефіцієнтів успадковуваності (Hladii et al., 2018).

Враховуючи, що ефективність селекційного процесу з удосконалення стада за екстер'єрними типом залежить від успадковуваності та співвідносної мінливості промірів з надоем, визначення рівня цих показників є науково обґрунтованим і має суттєву практичну цінність. Особливої актуальності набуває це дослідження на етапі поглинального схрещування корів української чорно-рябої молочної породи голштинською (Kruhliak et al., 2021; Piddubna et al., 2021). Враховуючи важливість питання, метою проведених нами досліджень стало вивчення показників популяційно-генетичних параметрів статей будови тіла корів-первісток української чорно-рябої молочної та голштинської порід в аспекті аналітичного порівняння отриманих результатів.

Матеріали та методи досліджень. Оцінку корів здійснювали на 2–5 місяцях першої лактації за використання мірних інструментів: палиці Лідтина, циркуля Вількенса та мірної стрічки за методиками наведеними у посібниках (Rudyk et al., 2009; Khmelnychy, 2014). Дослідження проведено у стаді з розведення чорно-рябої молочної худоби підприємства ТОВ "Черешеньки" Новгород-Сіверського району Чернігівської області. Базою селекційної інформації були дані селекційно-племінного обліку АІС СУМС "Інтесел Орсек". Результати досліджень обчислені методами біометричної статистики за формулами, наведеними (Ladyka et al., 2023). Успадковуваність промірів визначали за показником сили впливу батька на їхній розвиток у напівсибсів у однофакторному дисперсійному комплексі ($h^2 = \eta_x^2$). Надійність отриманих даних оцінювали шляхом обчислення похибок статистичних значень (S.E.) та критеріїв надійності Стюдента (t_d) та Фішера (F). Результати експериментальних досліджень вважали значущими для першого при $P < 0,05$ (*), другого $P < 0,01$ (**) та для третього $P < 0,001$ (***) порогу ймовірності.

Результати досліджень. Дослідження як вітчизняних, так і закордонних дослідників засвідчили, що коефіцієнти кореляції між промірами будови тіла та надоем демонструють варіабельність від окремих від'ємних до додатних значень, залежно від породи. Проте від'ємні кореляції зустрічаються поодинокі, тоді як додатні масово та достовірно значущо. Від'ємну незначного рівня, але достовірну кореляцію «ширина грудей – надій» корів-первісток ($r = -2,0 \pm 3,03\%***$) отримали Polupan & Pryma (2024), Boiko et al. (2015) ($r = -0,109 \pm 1,51$) та Salohub & Khmelnychy (2011) ($r = -0,019$), «обхват п'ястка – надій» ($r = -0,101$) Khmelnychy & Vechorka (2015). У наших дослідженнях від'ємних кореляцій не виявлено. Отримані додатні коефіцієнти кореляції свідчать, що добір корів у віці першої лактації піддослідного стада за промірами опосередковано забезпечить ефективність селекції за надоем. При цьому він буде ефективнішим серед корів голштинської породи (табл. 1).

Загалом, рівень оцінки показників співвідносної мінливості між промірами та надоем корів-первісток двох чорно-рябих молочних порід в умовах одного господарства підтверджує селекційну важливість оцінки корів молочних порід за екстер'єром.

Результати дослідження показали, що рівень додатних коефіцієнтів кореляції та їхня достовірність свідчать про те, що продуктивність корів-первісток української чорно-рябої молочної та голштинської порід найбільше залежить від висоти в холці ($r = 0,311$ і $0,414$) та крижах ($r = 0,297$ і $0,377$), глибини грудей ($r = 0,384$ і $0,422$) широтних промірів заду ($r = 0,321$ – $0,376$ і $0,341$ – $0,392$), довжини тулуба ($r = 0,297$ і $0,339$) та обхвату грудей ($r = 0,351$

і 0,396). Певна закономірність цього зв'язку зумовлена тим, що висота тварини відображає загальний рівень розвитку організму, а глибина грудей і тулуба вказує на стан розвитку життєво важливих органів, таких як легені, серце та шлунково-кишковий тракт. У корів-первісток голштинської породи відзначаються дещо вищі коефіцієнти кореляції, що свідчить про їхню кращу ступінь консолідованості за екстер'єрними ознаками.

1. Співвідносна мінливість промірів корів-первісток молочних порід з надосм

Назва проміру	Українська чорно-ряба молочна		Голштинська	
	$r \pm S.E$	t_r	$r \pm S.E$	t_r
Оцінено тварин	159		154	
Висота у: холці	$0,311 \pm 0,0625^{***}$	4,98	$0,414 \pm 0,0644^{***}$	6,43
крижах	$0,297 \pm 0,0619^{***}$	4,80	$0,377 \pm 0,0611^{***}$	6,17
Глибина грудей	$0,384 \pm 0,0616^{***}$	6,23	$0,422 \pm 0,0631^{***}$	6,69
Ширина: грудей	$0,118 \pm 0,0588^*$	2,01	$0,086 \pm 0,0527$	1,63
в маклаках	$0,321 \pm 0,0633^{***}$	5,07	$0,341 \pm 0,0554^{***}$	6,16
у кульшах	$0,376 \pm 0,0607^{***}$	6,19	$0,392 \pm 0,0557^{***}$	7,03
у сідничних горбах	$0,323 \pm 0,0613^{***}$	5,27	$0,336 \pm 0,0549^{***}$	6,12
Навкісна довжина: заду	$0,207 \pm 0,0612^{***}$	3,38	$0,237 \pm 0,0577^{***}$	4,11
тулуба	$0,297 \pm 0,0614^{***}$	4,83	$0,339 \pm 0,0538^{***}$	6,30
Обхват: грудей	$0,351 \pm 0,0617^{***}$	5,69	$0,396 \pm 0,0539^{***}$	7,35
п'ястку	$0,118 \pm 0,0615$	1,91	$0,143 \pm 0,0543^{**}$	2,63

Успіх селекції корів за екстер'єром в молочному скотарстві значною мірою залежить від рівня успадкованості промірів будови тіла. Використання показників екстер'єру з високою генетичною спадковістю у селекційно-племінній роботі дозволяє селекціонерам швидше досягати поставленої мети за умови цілеспрямованого добору та підбору тварин за їхнім типом.

Розгляд коефіцієнтів успадкованості статей будови тіла корів-первісток з двох молочних порід демонструє, що їхня мінливість помітна як всередині оцінених промірів, так і між породами. Проте тварини голштинської породи виявляють кращі показники коефіцієнтів (табл. 2)

2. Мінливість успадкованості промірів корів-первісток молочних порід

Назва проміру	Українська чорно-ряба молочна		Голштинська	
	h^2	F	h^2	F
Фактор/обсяг	14/159		16/154	
Висота у: холці	$0,288^{***}$	3,54	$0,341^{***}$	3,79
крижах	$0,275^{***}$	3,69	$0,337^{***}$	3,76
Глибина грудей	$0,307^{***}$	3,73	$0,384^{***}$	3,88
Ширина: грудей	$0,162^{**}$	2,72	$0,196^{**}$	2,93
в маклаках	$0,268^{***}$	3,48	$0,319^{***}$	3,71
у кульшах	$0,239^{***}$	3,57	$0,338^{***}$	3,82
у сідничних горбах	$0,244^{**}$	2,55	$0,322^{***}$	3,66
Навкісна довжина: заду	$0,267^{**}$	2,67	$0,326^{***}$	3,58
тулуба	$0,286^{***}$	3,41	$0,315^{***}$	3,76
Обхват: грудей	$0,302^{***}$	3,53	$0,342^{***}$	3,82
п'ястку	$0,175^{**}$	2,72	$0,214^{**}$	3,11

У піддослідному стаді ТОВ "Черешеньки" виявлено достатній, достовірний за критерієм Фішера, рівень коефіцієнтів успадковуваності промірів, які забезпечать відповідну ефективність масової селекції за будовою тіла. Частка спадкової мінливості у загальній фенотиповій промірів корів-первісток української чорно-рябої молочної породи склала у межах 16,2–30,7%, тоді як у голштинів вона була вищою – 19,6–38,4%

Висновки. Одержана достовірна додатна співвідносна мінливість між промірами статей будови тіла і величиною надою та достатній рівень успадковуваності промірів корів-первісток є мотивуючими чинниками задля проведення ефективної селекції худоби молочних порід за екстер'єром.

REFERENCES

- Admin, O. Ye., Admina, N. H., Pomitun, I. A., & Filipenko, I. D. (2023). Vplyv typu budovy tila koriv na yikh nadii ta yakist moloka [The influence of the body type of cows on their milk yield and quality] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN – Scientific and technical bulletin of Livestock farming Institute of NAAS of Ukraine*. Kharkiv, 129, 37–51. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2023-129-37-51>
- Boiko, O. V., Sotnichenko, Yu. M., & Tkach, Ye. F. (2015). Uspadkuvannia ta spivvidnosna minlyvist statei eksterieru koriv molochnykh porid [Inheritance and sex-related variability of the exterior of dairy cows] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 49, 69–75. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2015_49_13
- Burkat, V. P., Polupan, Yu. P., & Yovenko, I. O. (2004). Liniina otsinka koriv za typom [Linear assessment of cows by type]. *Ahrarna nauka*. [In Ukrainian].
- Ermetin, O., & Dağ, B. (2021). Estimation of genetic parameters and relationships between type traits and milk yield of Holstein cows in Turkey. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 73 (6), 1371–1380. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12449>
- Hladii, M. V., Polupan, Yu. P. (Eds). (2018). *Seleksiini, henetychni ta biotekhnologichni metody udoskonalennia i zberezhenia henofondu porid silskohospodarskykh tvaryn* [Selection, genetic and biotechnological methods of improving and preserving the gene pool of farm animal breeds]. Techservice. [In Ukrainian]. http://iabg.org.ua/images/poltava_2018.pdf
- Hladii, M. V., Polupan, Yu. P., Bazyshyna, I. V., Bezrutenko, I. M., & Polupan, N. L. (2014). Vplyv henetychnykh i paratypovykh chynnykiv na hospodarsky korysni oznaky koriv [The influence of genetic and paratypic factors on economically useful traits of cows] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 48, 48–61. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2014_48_10
- Iliashenko, H. D. (2018). Liniina klasyfikatsiia koriv-pervistok za eksterierom ta yii zviazok z molochnoiui produktyvnistiu [Linear classification of first-calf cows by exterior and its relationship with milk productivity] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 55, 70–75. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2018_55_11
- Khmelnichyi, L. M. (2010). Bazhanyi typ yak kryterii doboru koriv molochnoi khudoby za eksterierom [Desirable type as a criterion for selecting dairy cows based on conformation] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnystvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 10 (18), 9–12. [In Ukrainian].
- Khmelnichyi, L. M. (2014). *Praktykum z seleksii silskohospodarskykh tvaryn. Laboratorno-praktychni zaniattia dlia studentiv dennoi ta zaочноi form navchannia zi spetsialnosti 8.09010201 «Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva» OKR «Mahistr»* [Practicum on breeding of farm animals. Laboratory and practical classes for full-time and part-time students in the specialty 8.09010201 "Technology of production and processing of livestock products" OKR "Master"]. FOP Lytovchenko Ye. B. [In Ukrainian].
- Khmelnichyi, L. M., & Karpenko, B. M. (2021) Tryvalist zhyttia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi ta holshtynskoi porid zalezho vid rivnia otsinky opysovykh oznak, yaki kharakteryzuiut rozvytok tuluba, u zahalnyi systemi liniinoi klasyfikatsii eksteriernoho typu [Life ex-

- pectancy of cows of the Ukrainian black-spotted dairy and Holstein breeds depending on the level of assessment of the descriptive features that characterize the development of the body, in the general system of linear classification of the exterior type] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynogo universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 1 (44), 11–22. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.1.2>
- Khmelnichyi, L. M., & Karpenko, B. M. (2023). Uspadkovuvannist ta spivvidnosna minlyvist liniynykh oznak eksterieru koriv-pervistok chorno-riaboi khudoby z nadoiem [Heritability and relative variability of linear exterior traits of first-born black and white dairy cows] *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva - Technology of production and processing of livestock products*. Bila Tserkva, 2 (182), 51–63. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2023-182-2-51-63>
- Khmelnichyi, L. M., & Khmelnichyi, S. L. (2019). Populiatsiino-henetychni parametry statei budovy tila koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Population-genetic parameters of body structure of Ukrainian black-and-white dairy cows] *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva – Technology of production and processing of livestock products*. Bila Tserkva, 2, 6–13. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2019-150-2-06-13>
- Khmelnichyi, L. M., & Suprun, I. O. (2023). *Henetyka tvaryn: navchalnyi posibnyk* [Animal Genetics: A Study Guide]. NUBiP Ukrainy. [In Ukrainian].
- Khmelnichyi, L. M., & Vechorka, V. V. (2015). Spoluchena minlyvist promiriv ta indeksiv budovy tila z nadoiem koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Associated variability of body composition measurements and indices with milk yield of Ukrainian black-and-white dairy cows] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 50, 96–102. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2015_50_16
- Khmelnichyi, L. M., Suprun, I. O., & Bartienieva, L. S. (2024). Spivvidnosna minlyvist promiriv budovy tila koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody z velychynoiu nadoiu u dynamitsi laktatsii [Correlation of body composition measurements of Ukrainian red-mottled dairy cows with the amount of milk yield in lactation dynamics] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynogo universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 2 (57), 109–114. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.2.16>
- Kruhliak, A. P., Kruhliak, O. V., & Kruhliak, T. O. (2021). Osoblyvosti proiavu hospodarsky korysnykh oznak tvaryn riznykh henotypiv holshtynskoi porody v Ukraini [Peculiarities of manifestation of economically useful traits of animals of different genotypes of the Holstein breed in Ukraine] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 62, 37–48. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.62.07>
- Ladyka, V. I., Khmelnichyi, L. M., Povod, M. G. [etc.] (2023). *Tekhnolohiia vyrobnytstva ta pererobky produktsii tvarynnytstva* [Technology of production and processing of livestock products: a textbook for graduate students]. Oldi+. [In Ukrainian].
- Martin, P., Baes, C., Houlahan, K., Richardson, C. M., Jamrozik, J., & Miglior, F. (2019). Genetic correlations among selected traits in Canadian Holsteins. *Canadian Journal of Animal Science*, 99 (4), 693–704. <https://doi.org/10.1139/cjas-2018-0190>
- Novotný, L., Frelich, J., Beran, J., & Zavadilová, L. (2017). Genetic relationship between type traits, number of lactations initiated, and lifetime milk performance in Czech Fleckvieh cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 62, 501–510. <http://dx.doi.org/10.17221/60/2017-CJAS>
- Piddubna, L. M., Zakharchuk, D. V., & Kornichuk, D. O. (2021). Otsinka vplyvu kompleksu faktoriv na molochnu produktyvnist koriv [Assessment of the impact of a complex of factors on the milk production of cows] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynogo universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 2 (45), 113–120. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.2.17>
- Polupan, Yu. P. (2013). Ontohenetychni ta selektsiini zakonomirnosti formuvannia hospodarsky korysnykh oznak molochnoi khudoby [Ontogenetic and selection regularities of formation of economically useful traits of dairy cattle] (Doctor's thesis). [In Ukrainian].

- Polupan, Yu. P., & Pryima, S. V. (2024). Spivvidnosna minlyvist rostu telyts ta eksterieru pervistok z molochnoiu produktyvnistiu koriv [Correlation of heifer growth and conformation variability with cow milk productivity] *Visnyk ahrarnoi nauky - Bulletin of Agricultural Science*, 5 (854). 31–41. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-04>
- Risimati, X. I., Makamu, T. C., & Tyasi, T. L. (2023). Association between body and udder measurement traits and milk yield of holstein cows. *Res. Agric. Livest. Fish.*, 10 (3), 335–340. <https://doi.org/10.3329/ralf.v10i3.71004>
- Rudyk, I. A., Bushtruk, M. V., Starostenko, I. S., Stavetska, R. V., Ponomarenko, I. V., Tkachenko, S. V., & Danylenko, V. P. (2009). *Rozvedennia silskohospodarskykh tvaryn* [Farm Animal Breeding]. Ahrarna osvita. [In Ukrainian].
- Salohub, A. M., & Khmelnychy, L. M. (2010). Osoblyvosti uspadkuvannia statei budovy tila koriv sumskoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainskoi chorno riaboi molochnoi porody [Features of gender inheritance of body structure in cows of the Sumy intrabreed type of the Ukrainian black-and-white dairy breed] *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin*. Kherson, 69, 126–130. [In Ukrainian].
- Salohub, A. M., & Khmelnychy, L. M. (2021). Osoblyvosti uspadkovuvanosti ta spoluchnoi minlyvosti oznak eksterieru koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Features of heritability and associated variability of exterior traits of Ukrainian red-and-pigmented dairy cows] *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Silskohospodarski nauky – Collection of scientific papers of Vinnytsia National University. Agricultural Sciences*, 8 (48), 59–62. [In Ukrainian].
- Stavetska, R. V., & Dynko, Yu. P. (2016). Spivvidnosna minlyvist molochnoi produktyvnosti ta promiriv tila pervistok ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Correlated variability of milk production and body measurements of first-born heifers of the Ukrainian Black-and-White dairy breed] *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva – Technology of production and processing of livestock products*. Bila Tserkva, 1, 108–114. [In Ukrainian]. https://tvppt.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/pererobka/2016_1_stavetska_ua.pdf
- Xue, X., Hu, H., Zhang, J., Ma, Y., Han, L., Hao, F., Jiang, Y., & Ma, Y. (2023). Estimation of Genetic Parameters for Conformation Traits and Milk Production Traits in Chinese Holsteins. *Animals*, 13, 100. <https://doi.org/10.3390/ani13010100>
- Zavadilová, L., & Štípková, M. (2012). Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech J. Anim. Sci.*, 57 (3), 125–136. <https://cjas.agriculturejournals.cz/pdfs/cjs/2012/03/04.pdf> <http://dx.doi.org/10.17221/5566-CJAS>
- Zink, V., Zavadilová, L., Lassen, J., Štípková, M., Vacek, M., & Štolc, L. (2014). Analyses of genetic relationships between linear type traits, fat-to-protein ratio, milk production traits, and somatic cell count in first-parity Czech Holstein cows. *Czech J. Anim. Sci.*, 59 (12), 539–547. <http://dx.doi.org/10.17221/7793-CJAS>
- Zubets, M. V., Burkat, V. P., Yefimenko, M. Ya., Polupan, Yu. P., & Kruhliak, A. P. (2000). Praktychna rezultatynnist novitnikh teorii ta metodolohii selektsii [Practical effectiveness of the latest breeding theories and methodologies] *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 12, 73–77. [In Ukrainian].

Одержано редколегією 25.06.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.237.034.082.2

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.29>

ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСЬКО КОРИСНИХ ОЗНАК КОРІВ СИМЕНТАЛЬСЬКОЇ ПОРОДИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОХОДЖЕННЯ

М. О. ХОМЕНКО, М. В. СЕБА*Національний університет біоресурсів і природокористування України (Київ, Україна)*<https://orcid.org/0000-0001-7023-3676> – М. О. Хоменко<https://orcid.org/0000-0001-9696-934X> – М. В. Себа

marina.homenko@ukr.net

У статті наведено аналіз господарсько корисних ознак корів симентальської породи залежно від походження. Аналіз динаміки живої маси телиць показав, що тварини лінії Диригента продемонстрували найвищу живу масу у 15-місячному віці – 375,9 кг, що суттєво перевищувало аналогічні показники тварин інших ліній: на 13,13 кг – Ранді, на 14,5 кг – Морелло, на 20,7 кг – Регіо та на 23,7 кг – Хоррора. Різниця з іншими групами у 18 місяців коливалась у межах 3,2–22,2 кг. Надій корів залежно від лактації та лінії був у межах 4737 кг – 6946 кг. Слід зазначити, що тварини лінії Ранді та Морелло демонструють перевагу над ровесницями інших ліній з I по III лактацію. Різниця за надоєм між цими групами становить: I лактація – 440 кг (↓ Морелло), II – 220,4 (↓ Морелло), III – 390,5 (↓ Морелло). Корови лінії Морелла характеризуються найвищою молочною продуктивністю за IV лактацію. Їх надій був вищим порівняно з тваринами лінії Ранді, Регіо, Диригента, Хоррора на 856 кг, 787 кг, 507 кг, 388 кг, відповідно. Аналіз молочної продуктивності дочок різних бугаїв-плідників, які належать до різних ліній свідчить, що найвищі показники спостерігались у дочок бугая Експерта, які відзначалися максимальним середнім надоєм за лактацію – 7947 кг, а також найвищими значеннями вмісту молочного жиру – 309 кг та білка – 302 кг. Найнижчі результати молочної продуктивності були виявлені у дочок бугая Інкубуса, зокрема за кількістю надоєного молока – 6908 кг, жиру – 265 кг та білка – 213 кг. Аналіз показників відтворної здатності показав, що дочки бугаїв Валюта відзначалися коротшим сервіс-періодом – 110, а також найвищим коефіцієнтом відтворної здатності – 0,92, що свідчить про їхню високу відтворну здатність.

Ключові слова: телиці, корови, лінія, надій, жир, білок, симентальська порода

CHARACTERISTICS OF ECONOMICALLY USEFUL TRAITS OF SIMMENTAL COWS DEPENDING ON THEIR ORIGIN

M. O. Khomenko, M. V. Seba*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)*

The article provides an analysis of the economically useful traits of Simmental cows depending on their origin. An analysis of the live weight dynamics of heifers showed that animals from the Dirigent line demonstrated the highest live weight at 15 months of age – 375.9 kg, which significantly exceeded the similar indicators of animals from other lines: by 13.13 kg – Randi, by 14.5 kg – Morello, by 20.7 kg – Regio and by 23.7 kg – Horror. The difference with other groups at 18 months ranged from 3.2 to 22.2 kg. The milk yield of cows, depending on lactation and line, ranged from 4737 kg to 6946 kg. It should be noted that animals of the Randy and Morello lines demonstrate an advantage over their peers of other lines from the first to the third lactation. The difference in milk yield between these groups is: I lactation – 440 kg (↓ Morello), II – 220.4 (↓ Morello), III – 390.5 (↓ Morello). Morello line cows are characterised by the highest milk productivity in the IV lactation. Their milk yield was higher than that of animals from the Randy, Regio, Dirigent, and Horror lines by 856 kg, 787 kg, 507 kg, and 388 kg, respectively. An analysis of the milk productivity of the daughters of different breeding bulls of different lines shows that the highest milk yields

were observed in the bull *Expert*' daughters, which were distinguished by the maximum average milk yield per lactation – 7.947 kg, as well as the highest values of milk fat content – 309 kg and protein – 302 kg. The lowest milk productivity was registered in bull *Incubus*' daughters, in particular milk yield – 6.908 kg, fat – 265 kg and protein – 213 kg. An analysis of reproductive performance indicators showed that the daughters of *Valuta* bulls had a shorter service period (110 days) and the highest reproductive performance coefficient (0.92), indicating their high reproductive capacity.

Keywords: heifers, cows, line, milk yield, fat, protein, Simmental breed

Вступ. У контексті зростаючого попиту світового населення на високопоживні продукти, вирішальне значення має нарощування обсягів виробництва високоякісних продуктів тваринництва. У зв'язку з цим першочерговим завданням є створення високопродуктивних стад з високою племінною цінністю (Sattarov, 2023).

До найважливіших економічних показників у молочному скотарстві належать показники молочної продуктивності, зокрема надій, вміст жиру та білка (Brotherstone et al. 2005). Ці показники регулюються великою кількістю генів і перебувають під впливом різноманітних чинників таких як спадковість, умови годівлі та навколишнє середовище, що значно ускладнює процес селекції корів (Du et al. 2024). Відомо, що молочна продуктивність корів значною мірою залежить і від генетичних якостей бугая-плідника. Плідники з високим генетичним потенціалом здатні передавати своїм дочкам ознаки, пов'язані з вищою продуктивністю та покращеним хімічним складом молока – зокрема, вищим вмістом жиру і білка (Fedorovych, 2017). Такий ефект досягається шляхом цілеспрямованої селекції, яка передбачає відбір бугаїв із високими значеннями прогнозованої передавальної здатності щодо надоїв молока. Ефективність відбору за певною ознакою вища, чим більшу роль у прояві цієї ознаки відіграють генетичні фактори, а не фактори зовнішнього середовища (Mykytiuk et al. 2023; Shpyt et al. 2024). Оцінка тварин різних ліній та нащадків бугаїв-плідників за ключовими ознаками сприяє ефективній реалізації їхнього генетичного потенціалу та забезпечує створення високопродуктивних, економічно вигідних стад. Тому слід надавати перевагу тваринам, що походять із найбільш продуктивних ліній, адаптованих до умов конкретного господарства (Shpyt et al. 2024). В Україні дослідженнями залежності господарсько корисних ознак корів симентальської породи від їхнього походження за лінією займалися Petrenko et al. (2010), Fedorovych (2017), Kohut et al. (2018), Kohut & Kaplinsky (2020).

Симентальська порода корів вважається однією з найпоширеніших порід, яка успішно розводиться в багатьох країнах та характеризується досить високою молочною та м'ясною продуктивністю, добрими адаптивними властивостями до різних умов утримання (Sattarov et al. 2023; Buonaiuto et al. 2023). Рівень продуктивності корів виступає ключовим показником при оцінюванні ефективності розведення та визначенні генетичного потенціалу тварини, при цьому важливе значення у формуванні цих показників має ефективність проведення селекційно-племінної роботи (Kovalenko et al. 2025; Fyl et al. 2019). Симентали молочного типу зазвичай виробляють більше молока на 100 кг живої ваги, ніж м'ясо-молочні або подвійного призначення. Метою дослідження було оцінити господарсько-корисні ознаки симентальської породи корів залежно від походження.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження було проведено у ПП «Галекс-Агро», яке розміщене в Житомирській області. Господарство має статус племінного репродуктора з розведення великої рогатої худоби симентальської породи. Для дослідження використовувались дані тварин за останні 5 років. Аналіз молочної продуктивності корів, залежно від лінійної належності, проводився за даними 400 голів тварин власного відтворення по 80 тварин у групі, які мали чотири закінчені лактації. Корови належали до п'яти ліній, а саме: Ранді 918555090, Морелло 842871443, Регіо 918174246, Диригента 4750509, Хорпора 809706945. У господарстві для штучного осіменіння використовують сперму наступних плідників: Ванстейн DE 934586859, Ванель DE 940481786, Валепп DE 941287521, Валюта DE 939560629, Вільярзон AT 961027545, AT 80420572 Вандор – лінія Ранді; Ханач CZ 629743061, Генералісімум CZ 605535061, Хунтер Ет CZ 643851061, Манго DE 938063849 – лінія Морелло; Імпо-

зіум DE 935904510, Целеброн CZ 139794690, Індер DE 936822851, Інкубус CZ 577790071, Ідол CZ 591084053 – лінія Регіо; Долар Ет CZ 120158021, Дустін CZ 500883061, Дідерот DE 938574596, Діалог Ет CZ 120154021 – лінія Диригента; Мамут CZ 745532032, Експерт CZ 510887061, Ла Ланслайд Ет CZ 677437053, Оззі CZ 680532071, Астар CZ 102340581 – лінії Хоррора.

Динаміку живої маси корів досліджували на основі даних первинного зоотехнічного обліку при народженні у 3 міс., 6 міс., 9 міс., 12 міс., 15 міс., 18 міс. Оцінку молочної продуктивності здійснювали за надоем з першої по четверту лактацію. Також для аналізу відтворної здатності та молочної продуктивності за вищу лактацію було відібрано від 18 до 25 дочок від п'яти бугаїв плідників, які належать до різних ліній: DE 939560629 Валюта (лінія Ранді), CZ 605535061 Генералісімус (лінія Морелло), CZ 577790071 Інкубус (лінія Регіо), CZ 500883061 Дустін (лінія Диригент), CZ 510887061 Експерт (лінія Хоррора). В групи увійшли тварини третьої і вище лактації. Сперма бугаїв плідників для осіменіння корів імпортується з Чехії. Для обробки отриманих результатів використовували методи статистичного аналізу в програмі Microsoft Excel, зокрема обчислювали середнє арифметичне (M) та стандартну похибку середнього (m).

Результати дослідження. Вирощування ремонтних телиць є одним із важливих факторів, які впливають на економічну ефективність галузі скотарства. Дослідженнями багатьох вчених встановлена залежність майбутньої молочної продуктивності та віку першого осіменіння телиць від їх живої маси у період вирощування (Orikhivskiy et al. 2019; Fedorovych, 2017; Sattarov et al. 2020; Kerkalo et al. 2024). У зв'язку з цим була проаналізована динаміка живої маси телиць, які належать до різних ліній та їх вік першого осіменіння (табл. 1).

1. Динаміка живої маси телиць різних ліній

Місяці зважування	Лінія				
	Ранді (n = 6)	Морелло (n = 5)	Регіо (n = 5)	Диригента (n = 4)	Хоррора (n = 5)
При народженні	36,3 ± 0,5	36,5 ± 0,3	38,3 ± 0,3	35,8 ± 6,6	40,3 ± 0,4
3	103,0 ± 3,0	103,9 ± 2,3	99,1 ± 1,3	96,3 ± 7,0	101,2 ± 1,2
6	166,6 ± 4,3	165,1 ± 2,9	158,2 ± 2,4	151,6 ± 7,4	162,5 ± 2,6
9	231,6 ± 6,1	228,5 ± 3,9	217,9 ± 3,3	220,1 ± 9,7	221,9 ± 3,8
12	299,4 ± 7,9	293,2 ± 5,2	285,1 ± 4,2	293,6 ± 6,7	286,1 ± 5,8
15	362,8 ± 9,5	361,4 ± 6,6	355,2 ± 5,3	375,9 ± 9,7	352,2 ± 5,4
18	423,5 ± 11,1	422,6 ± 7,6	415,0 ± 5,1	428,6 ± 9,6	409,7 ± 5,4
Вік першого осіменіння, міс.	19,1 ± 0,7	19,4 ± 0,3	19,3 ± 0,3	18,99 ± 3,5	20,3 ± 0,4

Телята з найвищою живою масою при народженні належали до лінії Хоррора. Їх жива маса становила 40,3 кг, різниця з іншими групами була в межах 4,5 кг. Найменшою живою масою характеризувались телята лінії Диригента – 35,8 кг. У 3 місяці телички лінії Морелло переважали своїх ровесниць на 0,9 кг (Ранді), 4,8 кг (Регіо), 7,6 кг (Диригента) та 2,7 кг (Хоррора). Найвищим абсолютним приростом з народження до 3 місяців характеризувались телички лінії Ранді – 66,7 кг та Морелло – 67,4 кг відповідно, в тварин інших ліній цей показник був в межах 60,8–62,7 кг. У віці 6 місяців найвища жива маса була у телиць лінії Ранді, їх вага становила 166,6 кг, різниця з тваринами лінії Морелло, як і в попередній період, була незначна і становила 1,5 кг. Найвища різниця за вагою порівняно з попереднім зважуванням була також у тварин лінії Ранді і становила 63,3 кг, в інших групах коливалась в межах 55,3–62,4 кг. Найнижчу вагу мали тварини лінії Диригента, різниця з іншими групами становила відповідно 15 кг (Ранді), 13,5 кг (Морелло), 6,6 кг (Регіо) та 10,6 кг (Хоррора). Слід відмітити, що тварини лінії Ранді переважали за живою масою своїх ровесниць в 9 та 12 місяців їх жива маса становила 231,7 кг та 299,4 кг відповідно. Тоді як телиці лінії Регіо мали навпаки найменшу живу масу, різниця між цими групами у 9 місяців становить 13,7 кг та 14,3 кг. Тварини лінії Диригента характеризувались найвищою живою масою в 15 та 18 місяців. У 15

місяців вони переважали ровесниць на 13,1 кг (Ранді), 14,5 кг (Морелло), 20,7 кг (Регіо) та 23,7 кг (Хоррора). У 18 місяців різниця з іншими групами коливалась в межах 5,1–18,9 кг.

Тварини лінії Хоррора мали найнижчу живу масу у віці 18 місяців – 409,7 кг та найвищий вік першого осіменіння – 20,3 міс., тоді як їх ровесниці мали перше плідне осіменіння в межах 18,9–19,5 міс. За результатами досліджень Fedorovych (2017), було встановлено, що середній вік першого осіменіння симентальських корів становить 19,7 місяців, що підтверджується нашими даними.

У таблиці 2 подано показники надою корів залежно від лактації та їх походження. За результатами аналізу I лактації встановлено, що найвищий рівень продуктивності був у тварин лінії Ранді – 5329 кг. Цей показник перевищує надій інших корів на: Морелло – 440 кг, Регіо – 665 кг, Диригента – 592 кг, Хоррора – 445 кг. У період другої лактації спостерігається зростання рівня надою у всіх дослідних групах тварин. Водночас варто підкреслити, що корови лінії Ранді демонструють найвищу продуктивність, що значно перевищує показник тварин лінії Хоррора на 387 кг, у якій зафіксовано найнижчий надій.

2. Надій корів за 305 днів лактації залежно від походження

Лінія	I лактація	II лактація	III лактація	IV лактація
Ранді (n = 6)	5329 ± 102,4	5822 ± 102,8***	6556 ± 98,8***	5837 ± 128,5***
Морелло (n = 5)	4889 ± 108,3	5510 ± 154,9***	6002 ± 188,8***	6693 ± 148,4***
Регіо (n = 5)	4665 ± 100,4	5468 ± 107,3***	5831 ± 131,5***	5906 ± 125,5***
Диригент (n = 4)	4737 ± 134,3	5489 ± 103,2***	5952 ± 245,5***	6186 ± 267,0***
Хоррор (n = 5)	4884 ± 86,7	5435 ± 110,0***	5962 ± 100,8***	6305 ± 91,5***

Примітка: ***($P < 0,001$) до I лактації

Максимальні показники надою зафіксовано у третій лактації у корів ліній Ранді. Дослідні тварини демонструють перевагу над ровесницями інших ліній на 554 кг Морелло, 725 кг Регіо, 604 кг Диригента та на 594 кг Хоррора. Четверта лактація характеризується зростанням надою у корів лінії Морелло на 691 кг, Регіо – 75 кг, Диригента – 234 кг та Хоррора – 343 порівняно з третьою лактацією, різниця у всіх групах статистично значуща $P < 0,001$. У тварин лінії Ранді надій зменшився на 719,2 кг.

Генетичний внесок бугая плідника суттєво впливає на молочну продуктивність його дочок, причому деякі бугаї є кращими плідниками з точки зору надою та складу молока (Kovalenko et al. 2025). Правильний підбір бугая плідника є одним з найважливіших етапів у відтворенні стада, адже його спадкові якості в умовах сучасної селекції є ключовим та мають значний вплив на генетичне поліпшення стада (Dankiv et al. 2018). Нами був проведений аналіз молочної продуктивності за вищу лактацію та відтворної здатності дочок п'яти бугаїв плідників, які належать до відповідних ліній Ранді, Морелло, Регіо, Диригента, Хоррора (табл. 3).

3. Показники молочної продуктивності корів дочок різних бугаїв-плідників

Показник,	Бугаї плідники				
	Валюта	Генералісімус	Інкубус	Дустін	Експерт
Кількість дочок, голів	20	23	25	18	20
Надій за лактацію, кг	7717 ± 345,4	7530 ± 228,3	6908 ± 297,8	7450 ± 421,5	7947 ± 369,1
Вміст жиру у молоці, %	3,9 ± 0,30	3,8 ± 0,1	3,9 ± 0,10	3,8 ± 0,09	3,9 ± 0,2
Молочний жир, кг	299 ± 54,1	287 ± 56,2	265 ± 61,2	284 ± 40,3	309 ± 48,3
Вміст білка у молоці, %	3,3 ± 0,12	3,2 ± 0,03	3,1 ± 0,11	3,2 ± 0,09	3,1 ± 0,02
Молочний білок, кг	267 ± 48,4	245 ± 49,2	213 ± 50,2	237 ± 52,1	302 ± 54,3

Для аналізу молочної продуктивності корів дочок різних бугаїв плідників було відібрано від 18 до 25 тварин. Найвищий показник по надою показали дочки бугая Експерта, що є найкращим результатом серед дочок усіх бугаїв-плідників. Різниця з іншими групами становить 230 кг (Валюта ↓), 417 кг (Генералісімуса ↓), 1039 кг (Інкубуса ↓) та 497 кг (Дустіна ↓). Таким чином, найнижчий показник зафіксовано у дочок Інкубуса (6908 кг). Показники жир-

ності молока знаходяться на досить високому рівні у всіх групах, коливаючись від 3,8% до 3,9%. Максимальне значення цього показника у дочок Інкубуса та Експерта (3,9%). Показники молочного жиру за лактацію є досить високими у всіх групах. Найвищий результат належить дочкам бугая Експерта (309 кг), а найнижчий Інкубуса (265 кг) різниця становить 44 кг. Найвищий показник масової частки білку в молоці визначено у дочок бугая Валюта, що значно перевищує дочок Інкубуса та Експерта на 0,2%. Різниця між показниками дочок інших плідників становила 0,1%.

Найбільшу масу молочного білку мають дочки Експерта (302 кг), що корелює з найвищими надоями та вмістом білка. Дочки Інкубуса характеризувалися найнижчим показником – 213 кг, різниця між групами становить відповідно 89 кг. Показники дочок інших бугаїв-плідників варіюються в межах від 245 кг до 267 кг.

Відтворення є інструментом, за допомогою якого реалізується процес удосконалення стада. Підвищення генетичного прогресу досягається шляхом інтенсивного використання для розведення плідників з високою племінною цінністю. Детальний аналіз показників відтворювальної здатності корів від різних бугаїв-плідників дає змогу визначити ефективність самих плідників, та їх селекційну роль у стаді (Băcilă et al. 2014).

Аналіз відтворювальної здатності корів дочок різних бугаїв плідників наведено у таблиці 4. Найменший вік першого отелення виявлено у дочок бугая Дустіна (27,3), а найбільший у дочок бугая Експерта (29,9), різниця становить 2,6 місяці. Нашадки бугая Дустіна швидше досягають статевої зрілості, а отже можуть ефективніше використовуватися у відтворенні. Слід відмітити, що у корів лінії Диригента, до якої належить даний бугай плідник, мали найнижчий середній вік першого осіменіння – 18,9 міс. За результатами аналізу, найдовший сервіс період мають дочки бугая Експерта та переважають інші групи за цим показником на 45,2 дня (Валюта), 37 днів (Генералісімуса), 23,9 дня (Інкубуса), та 25,0 дня (Дустіна).

4. Відтворювальна здатність корів дочок різних бугаїв-плідників

Показники	Бугаї плідники				
	Валюта	Генералісімус	Інкубус	Дустін	Експерт
Кількість дочок, голів	20	23	25	18	20
Вік 1-го отелення, міс.	29,5 ± 1,8	28,9 ± 4,3	28,3 ± 2,8	27,3 ± 5,1	29,9 ± 3,8
Сервіс-період, днів	110,3 ± 7,6	118,5 ± 10,54	131,6 ± 25,4	130,5 ± 24,8	155,5 ± 32,4
Міжотельний період, днів	395,3 ± 9,4	403,5 ± 10,8	416,6 ± 20,4	415,5 ± 22,4	440,5 ± 29,9
Коефіцієнт відтворювальної здатності	0,92 ± 0,03	0,90 ± 0,03	0,88 ± 0,04	0,88 ± 0,04	0,83 ± 0,06

Відповідно, аналогічна динаміка прослідковується і за показником міжотельного періоду. Дочки бугая Валюта мали найнижчий показник – 395,3 днів, найдовший належить дочкам бугая Експерта, різниця між групами 45,2 дні. Довший міжотельний період може говорити про проблеми із заплідненням. Проте, слід відмітити, що у дочок цього плідника був найвищий надій. Такі результати підтверджуються багатьма дослідженнями, які повідомляють про негативну генетичну кореляцію між виробництвом молока та відтворенням, тоді як інші виявили, що проблеми з відтворювальною здатністю у корів більше пов'язані зі збільшенням розмірів стада, вищими показниками інбридингу, змінами в репродуктивній фізіології та погіршенням здоров'я тварин. Внаслідок цього збільшується сервіс період, індекс осіменіння, знижується рівень заплідненості, що призводить до збільшення відсотка вибракування поголів'я (Pryce et al. 2004; Seba et al. 2016; Toledo-Alvarado et al. 2017).

Також в таблиці наведені показники коефіцієнту відтворювальної здатності, саме він відображає ефективність відтворення стада. Найвищий показник мають дочки бугая Валюта (0,93). Найнижчий коефіцієнт у дочок бугая Експерт (0,83). Різниця між даними групами становить 0,10. Низькі показники можуть вказувати на знижену запліднюваність або інші репродуктивні проблеми. Таким чином, найкращі результати за показниками відтворювальної здатності належать дочкам бугая Валюта оскільки вони мають короткий сервіс період, міжотельний період та високий коефіцієнт відтворювальної здатності. В той же час, дочки бугая

Експерта мають найдовший сервіс період та низький коефіцієнт відтворної здатності, що свідчить про проблеми з відтворною здатністю.

Висновок. З отриманих результатів дослідження можна зробити висновок, що динаміка живої маси тварин різних ліній відрізнялася. Так, телиці лінії Ранді переважали своїх ровесниць за живою масою з 3 міс. по 12 міс. Починаючи з 15 міс. перевагу мали телиці лінії Диригента. Також, слід відмітити, що тварини цієї лінії мали найнижчий вік першого осіменіння 18,9 міс. Аналіз молочної продуктивності свідчить про те, що найвищий надій протягом I–III лактації був у тварин лінії Ранді 5329 кг (I) – 6556 кг (III) кг. Корови лінії Морелла характеризувались вищим надоем за четверту лактацію. Найвищий надій за вищу лактацію мали дочки бугая Експерта, також вони характеризуються максимальними показниками молочного жиру (309 кг) та білку (302 кг). Дочки бугая плідника Валюта також показали високі результати, зокрема за надоем та вмістом жиру. Найнижчі показники продуктивності продемонстрували дочки бугая Інкубуса. Вивчення відтворювальної здатності показало варіації між нащадками різних бугаїв-плідників. Зокрема, дочки бугаїв Валюта вирізнялися коротким сервіс-періодом – 110 днів, нижчим порівняно з іншими групами міжотельним періодом і найвищим коефіцієнтом відтворної здатності 0,92 та 0,91, що свідчить про високу репродуктивну ефективність.

REFERENCES

- Băcilă, V., Maciuc, V., Nistor, C. E., Vidu, L., & Chelmu, S. S. (2014). Research regarding reproduction parameters of cows from Simmental and Friesian body. *Romanian Biotechnological Letters*, 19 (3), 9449.
- Brotherstone, S., & Goddard, M. (2005). Artificial selection and maintenance of genetic variance in the global dairy cow population. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360 (1459), 1479–1488. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1668>.
- Buonaiuto, G., Nicolas, L. V., Costa, A., Formigoni, A., & Visentin, G. (2023). Effect of morphological characteristics and productive traits on the survival of dual-purpose Simmental cows. *Italian journal of animal science*, 22 (1), 26–26. <https://hdl.handle.net/11585/936014>.
- Dankiv, V. Ya., Dyachenko, O. B., & Kohut, M. I. (2018). Productivity of the first-calf cows Simmental combined (milk-meat) breed depending from origin for parent. *Foothill and Mountain Agriculture and Livestock*. Obroshyne, 64, 155–161. [In Ukrainian]. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/64/us/13.pdf>.
- Du, A., Guo, Z., Chen, A., Xu, L., Sun, D., & Han, B. (2024). PC Gene Affects Milk Production Traits in Dairy Cattle. *Genes*, 15 (6), 708.
- Fedorovych, V. (2017). Dairy productivity of Simmental breed cows depending on their live weight during growing period. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Agricultural Sciences*, 19 (79), 93–99. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7919>.
- Fyl, S., Fedorovych, E., & Bodnar, P. (2019). Milk productivity of cows-daughters from different bulls. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Agricultural Sciences*, 21 (90), 68–75. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9012>.
- Kepkalo, I., Kuzmenko, M., Khomenko, M., & Seba, M. (2024). Productivity of Holstein cows with early insemination of heifers. *Animal Science and Food Technology*, 15 (4), 36–48. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31548/animal.4.2024.36>
- Kohut, M. I., & Kaplinsky, V. V. (2020). Koreliatsiia mizh pokaznykamy liniinoi otsinky za typom ta molochnoiu produktyvnistiu u koriv symental'skoi kombinovanoi porody [Correlation between linear assessment indicators by type and milk productivity in Simmental combined breed cows]. *Scientific and technical bulletin of the State Research Control Institute of Veterinary Drugs and Feed Additives and the Institute of Animal Biology*, 21, 1, 79–87. [In Ukrainian]. [file:///C:/Users/%D0%9F%D0%9A/Downloads/Ntbibt_2020_21_1_11%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/%D0%9F%D0%9A/Downloads/Ntbibt_2020_21_1_11%20(1).pdf).
- Kohut, M. I., Kaplinskyi, V. V., Dyachenko, O. B., & Bratyuk, V. M. (2018). Vidtvorna zdattist remontnykh telyts ta koriv-pervistok symental'skoi porody prykarpattia riznykh liniy [Reproductive ability of replacement heifers and primiparous cows of the Simmental breed of the Carpathian region of different lines]. *Foothill and Mountain Agriculture and Livestock*, 64, 171–178. [In Ukrainian]. [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2018-\(64\)-15](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2018-(64)-15).

- Kovalenko, G. S., Pryima, S. V., Holosa, G. A., Marchuk, L. V., & Vorotniuk, O. A. (2025). The influence of bulls' breeding value on the milk productivity of their daughters in serf «oleksandrivske». *Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 69, 48–54. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/abg.69.05>.
- Mykytiuk, V. V., Bodnar, P. V., Boiko, A. O., Oseredchuk, R. S., Hordiichuk, N. M., & Popadiuk, S. S. (2023). Analysis of the influence of the Norwegian Red bull-sires with different breeding value on milk productivity, health, exterior and reproductive traits of daughters. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Agricultural sciences*, 25 (99), 246–256. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9940>.
- Orikhivskiy, T. V., Fedorovych, V. V., Mazur, N. P., & Pirlog, A. (2019). Dynamika vahovoho rostu telyts symental'skoi porody riznykh vyrobnychkykh typiv [Dynamics of weight growth of Simmental heifers of different production types] *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*. Lviv, 20 (2), 366–374. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.36359/scivp.2019-20-2.48>.
- Petrenko, I., Yefimenko, S., Gawrilenko, M., Sharapa, G., Kruglyak, L., Mokhnachova, O. (2010). Molochna produktyvnist i eksterier symental'skykh pervistok nimetskoï selektsii [Milk production and conformation of Simmental heifers of German selection.] *Zbirnyk naukovykh prats Bilotserkivskoho nats. ahrarn. Universytetu*, 3(72), 161–164. [In Ukrainian] <https://btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/tehnologia%2072.%20doc.pdf#page=161>.
- Pryce, J. E., Royal, M. D., Garnsworthy, P. C., & Mao, I. L. (2004). Fertility in the high-producing dairy cow. *Livestock production science*, 86 (1–3), 125–135. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00145-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00145-3).
- Sattarov, F. R., Ashirov, M. E., & Bahridinov, F. B. (2020). The dependence of milk yield on the living weight of cows of Simmental breed. *Proceedings of The ICECRS*, 5. <https://icecrs.umsida.ac.id/index.php/icecrs/article/view/583/392?download=pdf>.
- Sattarov, F. R. (2023). Dependence of Production Properties of Simmental Cows on Types. *Miasto Przyszłości*, 41, 322–324.
- Seba, M. V., Deyneka, M. O., & Kaplunenko, V. G. (2016). Vplyv preparatu Kvatronan-Se ta deiakyykh mikroelementiv u formi karboksylativ na zaplidnenist ta molochnu produktyvnist koriv symental'skoi porody [The effect of the drug Kvatronan-Se and some trace elements in the form of carboxylates on the fertility and milk production of Simmental cows] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Naukovo-doslidnoho tsentru biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv APK Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu – Scientific and technical bulletin of the Scientific and research center for biosafety and ecological control of agricultural resources of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 4 (1), 234–239. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/ndbnnndc_2016_4_1_46.
- Shpyt, I. V., Fedorovych, V. V., Kuziv, N. M., & Chornyi, I. O. (2024). Minlyvist oznak molochnoi produktyvnosti koriv zalezno vid yikhnoi liniinoi nalezhnosti [Variability of cows' milk productivity traits depending on their linear relationship] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn – Scientific and Technical Bulletin of the State Research Control Institute of Veterinary Medicines and Feed Additives and the Institute of Animal Biology*. Lviv, 25 (1), 251–257. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.36359/scivp.2024-25-1.31>.
- Toledo-Alvarado, H., Cecchinato, A., & Bittante, G. (2017). Fertility traits of Holstein, Brown Swiss, Simmental, and Alpine Grey cows are differently affected by herd productivity and milk yield of individual cows. *Journal of dairy science*, 100 (10), 8220–8231. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12442>

Одержано редколегією 30.06.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.27(477).034.082.4

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.30>

ОЦІНКА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ВІДТВОРНОЇ ЗДАТНОСТІ КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ

М. О. ХОМЕНКО, М. В. СЕБА, А. О. КУЗЬМЕНКО*Національний університет біоресурсів і природокористування України (Київ, Україна)**<https://orcid.org/0000-0001-7023-3676> – М. О. Хоменко**<https://orcid.org/0000-0001-9696-934X> – М. В. Себа**marina.homenko@ukr.net*

Дослідження проводилось в умовах племрепродуктора Корпорація «УКРАГРОТЕХ», яке знаходиться в Черкаській області. Господарство займається розведенням української чорно-рябої молочної породи. Оцінку господарсько корисних ознак проводили з першої по четверту лактацію та залежно від лінійної належності. Також досліджували вплив віку першого плідного осіменіння на подальшу молочну продуктивність корів. Надій корів в господарстві за 305 днів, залежно від лактації, був в межах 8568–10069,9 кг. Найнижчий надій був у корів IV лактації, тоді як найвищий у II лактації. Аналогічна динаміка спостерігалася за показником надою за закінчену лактацію. У корів IV лактації надій становив 10290 кг, що нижче порівняно з іншими групами на 1170,2 (I), 1576,6 (II) та 1214,7 (III) кг. Динаміка вмісту жиру в молоці протягом чотирьох лактацій була на рівні 3,68–3,7%. Сумарна кількість молочного жиру коливалась в межах 439,1 кг (II) – 378,7 кг (IV). За результатами аналізу молочної продуктивності залежно від лінійної належності, було встановлено, що найвищий надій за лактацію був у тварин лінії Старбака 352790–13279,2 кг. В цій групі спостерігається і подовжений сервіс період – 152,2 дні. Проте, слід відмітити, що у корів лінії Елевейшна 1491007 цей показник був вищим на 2 дні, але надій за лактацію нижчий на 1543,5 кг. Аналізуючи вплив віку першого осіменіння на показники молочної продуктивності, було встановлено, що у господарстві оптимальним показником є вік 16,0 місяців. У тварин цієї групи був найвищий надій за 305 днів лактації протягом трьох лактацій і коливався в межах 8119,05–9130,9 кг. Показники відтворної здатності залежно від надою найбільш оптимальними були у тварин, надій яких становив 8000–10000 кг. У групі 12000 кг – вища частота репродуктивних проблем, що виражається у збільшенні сервіс-періоду до 194,2 днів, міжотельного періоду до 479,4 днів та зниженні коефіцієнта відтворення до 0,76.

Ключові слова: надій, вміст жиру, відтворна здатність, вік першого осіменіння, українська чорно-ряба молочна порода

ASSESSMENT OF MILK PRODUCTIVITY AND REPRODUCTIVE CAPACITY OF UKRAINIAN BLACK-AND-WHITE DAIRY BREED COWS

M. O. Khomenko, M. V. Seba, A. O. Kuzmenko*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)*

The study was conducted at the breeding farm of the UKRAGROTECH Corporation, located in the Cherkasy region. The farm breeds Ukrainian Black-and-White dairy cattle. The assessment of economically useful traits was carried out from the first to the fourth lactation and depending on the linear affiliation. The influence of the age of first insemination on the subsequent milk productivity of cows was also studied. The analysis of milk yield depending on lactation on the farm for 305 days was within the range of 8568–10069.9 kg. The lowest milk yield was in cows in their fourth lactation, while the highest was in their second lactation. A similar trend was observed in milk yield for the entire lactation period. In cows in their fourth lactation, milk yield was 10.290 kg,

which is lower than in other groups by 1.170.2 (I), 1.576.6 (II) and 1.214.7 (III) kg. The dynamics of fat content in milk during four lactations was at the level of 3.68–3.7%. The total amount of milk fat ranged from 439.1 kg (II) to 378.7 kg (IV). According to the results of the analysis of milk productivity depending on the linear affiliation, it was established that the highest milk yield per lactation was in animals of the Starbac 352790 line – 13279.2 kg. This group also had an extended service period – 152.2 days. However, it should be noted that in cows of the Eleveishn 1491007 line, this indicator was 2 days higher, but the milk yield per lactation was 1543.5 kg lower. Analysing the effect of the age of the first insemination on milk productivity indicators, it was found that the optimal indicator on the farm is 16.0 months. Animals in this group had the highest milk yield for 305 days of lactation during three lactations, ranging from 8119.05 kg to 9130.9 kg. Reproductive performance indicators depending on milk yield were the most optimal in animals with a milk yield of 8000–10000 kg. In the 12.000 kg group, there was a higher frequency of reproductive problems, manifested in an increase in the service period to 194.2 days, the intercalving period to 479.4 days, and a decrease in the reproduction rate to 0.76.

Keywords: milk yield, fat content, reproductive capacity, age at the first insemination, Ukrainian Black-and-White dairy breed

Вступ. Збільшення кількості виробленого молока та поліпшення його якості є пріоритетним напрямом в скотарстві. Вирішення поставленого завдання вирішується шляхом інтенсифікації молочного скотарства, ключовою основою виступає зміцнення та покращення генетичного потенціалу великої рогатої худоби (Dallago et. al., 2021).

Відомо, що продуктивність молочних корів залежить від багатьох факторів, у тому числі від генотипу, який впливає на прояв господарсько-корисних ознак та біологічних особливостей у великої рогатої худоби (Barkema et al., 2020).

Молочна продуктивність та відтворна здатність великої рогатої худоби вважаються принципово важливими для економічної ефективності молочних виробництв. В багатьох наукових роботах стверджується, що відтворна здатність тварин погіршилася протягом останніх декілька років (Castillo-Badilla et al., 2019). Відомо, що існує загальний антагонізм між надоями молока та репродуктивними можливостями, при цьому погіршення відтворної функції сприймається як наслідок підвищення надоїв молока. Вважається, що інтенсивний відбір тварин для високої молочної продуктивності призводить до непрямого відбору тварин з низькою плодючістю. Дійсно, існують переконливі докази генетичної основи антагонізму між виробництвом молока та відтворною здатністю (Kebreab et. al., 2018; Shuliar et. al., 2025). Наприклад, передбачувана генетична кореляція між сервіс-періодом і 305-денним надоєм коливається між 0,2 і 0,3, тоді як між індексом осіменіння, надоєм з корекцією жиру на 60, 180 і 305 день у молоці коливався від 0,4 до 0,6. Крім того, розрахункова генетична кореляція між частотою плідного осіменіння та еквівалентним надоєм молока коливалася від -0,3 до -0,4 (Gao et. al., 2019).

Метою роботи було дослідити молочну продуктивність та відтворну здатність корів української чорно-рябої молочної породи в умовах господарства Корпорація «УКРАГРОТЕХ».

Матеріали та методи дослідження. Дослідження було проведене на коровах української чорно-рябої молочної породи в умовах господарства Корпорація «УКРАГРОТЕХ», яке розміщене в м. Христинівка Уманського району Черкаської області. На першому етапі досліджували молочну продуктивність та відтворну здатність корів з першої по четверту лактацію. Для цього тварин було поділено відповідно до лактації на 4 групи: тварини I, II, III та IV лактації. Молочну продуктивність аналізували за надоєм за 305 днів лактації, надоєм за закінчену лактацію, вмістом жиру в молоці, молочного жиру, білка, молочного білка та коефіцієнтом молочності. З метою встановлення впливу віку першого осіменіння на молочну продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи було сформовано 4 групи: I – 14,1 міс., II – 15,1 міс., III – 16,0 міс. та VI – 17,0 міс. У дослідних групах аналізували молочну продуктивність за I, II та III лактацію. Для аналізу впливу лінійної належності на показни-

ки молочної продуктивності та відтворної здатності із загального поголів'я дійних корів було сформовано 5 груп тварин, які належали до 5 різних ліній, а саме: Чіфа 1427381, Елевейшна 1491007, Маршала 2290977, Белла 1667366, Старбака 352790. У кожній групі аналізували кількість днів лактації, надій за 305 днів, надій за закінчену лактацію та середньодобовий надій. Відтворну здатність оцінювали за наступними показниками: сервіс період, міжотельний період та коефіцієнт відтворної здатності (KB3).

KB3 (коефіцієнт відтворної здатності) визначали за формулою:

$$KB3 = \frac{365}{\text{МОП}} \text{ (Vinnychuk et. al., 1991),}$$

де 365 – кількість днів у році; МОП – міжотельний період.

Коефіцієнт молочності (KM):

$$KM = \frac{N+100}{ЖМ},$$

де N – надій за лактацію; ЖМ – жива маса.

Результати дослідження. Лактація та лінійна належність мають значний вплив на продуктивність тварин. З першої по третю лактацію надій у корів поступово збільшується, найкращі надої фіксуються у третій лактації, а найнижчі у першій (Orikhivskyi et. al., 2019). Збільшення цього показника зі збільшенням кількості лактацій ймовірно пов'язане зі збільшенням розвитку та розміру вим'я з відповідним збільшенням кількості секреторних клітин, що продукують молоко. Іншими причинами високої молочної продуктивності можуть бути збільшення кількості отелень, що відіграє значну роль у регулюванні мобілізації тканин між первістками та тільними коровами, а також включає збільшення маси тіла молочних корів порівняно з тваринами першої лактації (Hogeman et. al., 1991).

Показники молочної продуктивності залежно від лактації наведені в таблиці 1. Найвищий надій за 305 днів спостерігається у корів II лактації і відповідно становив 10069,9 кг, тоді як у тварин I, III та IV лактації цей показник нижчий на 887,2 кг, 644,3 кг та 1501,9 кг відповідно.

1. Показники молочної продуктивності залежно від лактації ($M \pm m$)

Показники	Лактація			
	I	II	III	IV
Надій за 305 днів лактації	9182,7 ± 110,0	10069,9 ± 155,8	9425,6 ± 304,4	8568 ± 400,7
Надій за повну лактацію	11460,2 ± 595,5	11866,6 ± 222,6	11504,7 ± 330,3	10290 ± 755,9*
Вміст жиру %	3,7 ± 0,1	3,7 ± 0,05	3,7 ± 0,06	3,68 ± 0,09
Вміст молочного жиру, кг	424,0 ± 56,8	439,1 ± 50,9	425,7 ± 54,8	378,7 ± 69,2
Вміст білка %	3,22 ± 0,2	3,24 ± 0,003	3,24 ± 0,003	3,24 ± 0,002
Вміст молочного білка, кг	369,0 ± 54,1	384,5 ± 44,1	372,7 ± 48,3	333,4 ± 59,5

Примітка: *($P < 0,05$)

Надій за повну лактацію найвищий був у тварин II лактації, різниця з тваринами I лактації – 406,40 кг, III – 361,9 кг, IV – 1576,6 кг ($P < 0,05$). Вміст жиру в молоці корів I, II та III лактації – 3,7%, проте у корів четвертої лактації він нижчий на 0,02%. Вміст білка в молоці тварин дослідних груп коливався в межах 3,22–3,24%. Показник кількості молочного жиру досягає піку у тварин другої лактації і становить 439,1 кг та третьої відповідно 425,7 кг, різниця з тваринами I лактації становить – 15,1 кг та 1,7 кг, IV лактації – 60,4 кг та 47 кг.

Генетичний відбір є основною опорою для постійних та поступових покращень у виробництві молока на молочних фермах. Вплив лінійної належності на молочну продуктивність корів є важливим фактором при вивченні питання молочної продуктивності. (Voitenko et. al. 2023). Система лінійної належності зазвичай відображає наявність певних генетичних характеристик, які можуть впливати на фізіологічні та продуктивні властивості тварин, включаю-

чи молочну продуктивність. Лінії, що мають генетичну спадковість до високої молочної продуктивності, можуть демонструвати кращі результати у кількості та якості молока (Kiplagat et al. 2012).

Показники молочної продуктивності залежно від лінійної належності наведені у таблиці 2. Найвищий рівень молочної продуктивності за 305 днів лактації мають корови лінії Старбака 352790–10732,1 кг, що свідчить про їхній генетичний потенціал до високих надоїв. Найнижчий надій у корів лінії Белла 1667366 – 8649,4 кг, різниця між цими групами становить 2082,7 кг молока. Надій за повний період лактації свідчить, що корови лінії Старбака 352790 мали вищу продуктивність порівняно з іншими лініями. Зокрема, вони переважали: лінію Чіфа 1427381 – на 1693,3 кг; Елевейшна 1491007 – на 1542,9 кг; Маршала 2290977 – на 1854,2 кг та Белла 1667366 – на 2751,1 кг. Аналіз середньодобового надою показав, що найвищі показники спостерігалися у корів лінії Старбака 352790 – 35,0 кг та Чіфа 1427381 – 30,9 кг.

2. Показники молочної продуктивності залежно від лінії

Лінія	n	Тривалість лактації, днів	Надій за 305 днів лактації, кг	Надій за повну лактацію, кг	Середньодобовий надій, кг
Чіфа 1427381	35	386,1 ± 7,2	9417,7 ± 124,6	11585,9 ± 232,6	30,9
Елевейшна 1491007	35	401,5 ± 10,8	9085,6 ± 180,6	11736,3 ± 338,3	29,5
Маршала 2290977	35	406,1 ± 35,5	9080,2 ± 234,7	11425,0 ± 879,7	29,7
Белла 1667366	35	367,0 ± 19,8	8649,4 ± 84,5	10528,1 ± 588,4	28,0
Старбака 352790	35	402,1 ± 15,4	10732,1 ± 200,9	13279,2 ± 454,0	35,0

Найдовша лактація спостерігається у корів лінії Маршала 2290977 – 406,1 днів, найкоротша – у корів лінії Чіфа 1427381, різниця між цими групами становить 16 днів. Загальний аналіз таблиці свідчить, що тварини, які належать до лінії Старбака 352790, за всіма показниками є кращими за корів, які належать до інших ліній. Вони мають найвищий надій за повну лактацію і відповідно найвищий середньодобовий надій, який становить 35 кг/день. Лінія Белла 1667366 демонструє найнижчі показники продуктивності.

Також багатьма як вітчизняними, так і зарубіжними вченими доведений зв'язок молочної продуктивності та віку першого осіменіння (Cooke et al. 2013; Bondarchuk, 2016; Diachenko, 2022; Kerkalo et al. 2024). Молочна продуктивність корів залежно від віку першого осіменіння наведена на рисунку 1.

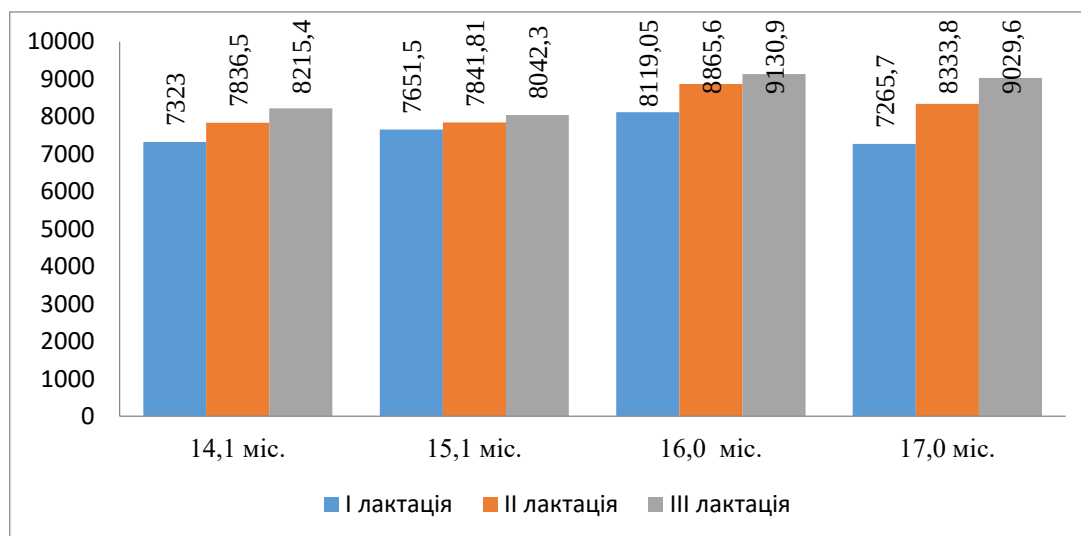


Рис. 1. Молочна продуктивність за 305 днів корів залежно від віку першого осіменіння

Найвищий надій за три лактації спостерігаються у корів, яких осіменили у 16,0 місяців, що свідчить про оптимальний баланс між віком, розвитком та майбутньою продуктивністю. Надій з у цій групі за I лактацію перевищував інші дослідні групи на 9,8% (14,1 міс.), 5,8% (15,1 міс.) та 10,5% (17,0 міс.). За другу лактацію різниця між групами становила 11,6% (14,1 міс.), 11,5% (15,13 міс.) і 5,9% (17,05 міс.); за III лактацію відповідно 10,0% (14,12 міс.), 11,9% (15,1 міс.) і 1,1% (17,0 міс.). Найменша різниця між надоями була за II та III лактацію у тварин, яких осіменяли в 16,0 та 17,0 місяців – 531,7 кг та 101,3 кг відповідно. Таким чином, найбільш оптимальний вік для першого осіменіння телиць у даному господарстві становить 16,0 місяців.

На відтворну здатність впливає низка факторів, серед яких генетичні особливості породи, умови утримання, рівень годівлі, ветеринарний стан тварин та технологія штучного осіменіння (Ferents, 2016). Сучасні методи управління відтворенням, включаючи селекційний відбір, контроль стану репродуктивної системи та використання гормональних програм, дозволяють значно покращити репродуктивні показники стада (Cole & VanRaden, 2018; Barkema et al., 2020; Moskáľová & Pošivák, 2023).

Взаємозв'язок між рівнем надоя корів та їхньою відтворною здатністю, враховуючи показники тривалості лактації, сервіс-періоду, міжотельного періоду та коефіцієнта відтворення демонструє таблиця 3. Найдовший період лактації – 462,0 дні спостерігається у корів із надоем 12000 кг і більше (VI). Найкоротша лактація – 327,0 днів у корів із надоем 8000–10000 кг (II). Одним з найважливіших показників відтворення є сервіс період. Він також є і важливим економічним показником, який впливає на продуктивність стада. У групі 12000 кг і більше сервіс-період був найдовший 194,2 дні і перевищував інші групи на 86,1 днів (I), 92,9 дня (II) та 62,6 дня (III).

3. Показники відтворення залежно від надоя (n = 500)

Показник	Групи			
	I (5000–8000 кг)	II (8000–10000 кг)	III (10000–12000 кг)	VI (12000 кг і вище)
Поголів'я, гол	68	110	200	122
Поголів'я, %	13,3	22,0	40,0	24,4
Тривалість лактації, днів	337,1 ± 36,1	327,0 ± 43,8	364,4 ± 59,2	462,5 ± 95,1
Сервіс період, днів	108,1 ± 32,3	101,3 ± 30,9	131,6 ± 65,2	194,2 ± 81,1
Міжотельний період, днів	393,5 ± 32,3	386,2 ± 30,9	416,0 ± 65,2	479,4 ± 81,1
Коефіцієнт відтворення	0,93	0,95	0,88	0,76

Коефіцієнт відтворення у тварин з надоем 8000–10000 кг (II) був найвищим і становив 0,95, і переважав над іншими групами на 0,02 (I), 0,07 (II) та 0,19. Найбільша різниця спостерігається з групою, надій якої становить 12000 кг і вище. У цій групі спостерігаються проблеми із заплідненням, що виражається у збільшенні сервіс-періоду до 194 днів, міжотельного періоду до 479 днів та зниженні коефіцієнта відтворення до 0,76. Найкращі показники відтворення мають корови з надоем 8000–10000 кг (II).

У таблиці 4 наведені показники відтворної здатності корів, які належать до різних ліній. Аналіз таблиці свідчить, що сервіс період найдовший був у тварин лінії Елевейшна 1491007 – 156 днів, різниця з іншими групами була відповідно – 11 днів (Чіфа 1427381), 14 днів (Маршала 2290977), 47 днів (Белла 1667366) та 4 дні (Старбака 352790). Коефіцієнт відтворення найвищий у корів ліній Белла 1667366 – 0,93.

Таким чином тварини цієї лінії Белла 1667366 демонструють найкращі показники відтворної здатності тоді як корови лінії Елевейшна 1491007 мають найдовші репродуктивні періоди та найнижчий коефіцієнт відтворення, що може свідчити про необхідність корекції відтворювальної здатності.

4. Показники відтворної здатності залежно від лінії (n = 175)

Лінія	Сервіс-період, днів	Міжотельний період, днів	Коефіцієнт відтворення
Чіфа 1427381	145,2 ± 5,6	430,1 ± 5,6	0,84
Елевейшна 1491007	156,1 ± 8,8	442,0 ± 8,8	0,83
Маршала 2290977	142,0 ± 33,3	427,9 ± 33,3	0,85
Белла 1667366	109,5 ± 9,75	394,6 ± 9,75	0,93
Старбака 352790	152,2 ± 13,69	437,1 ± 13,69	0,84

Існує багато дискусій щодо можливого антагонізму між високою молочною продуктивністю та репродуктивною здатністю. Сьогодні молочна продуктивність корів зросла, але незрозуміло наскільки це збільшення може пояснити очевидне зниження плодючості (Leblanc, 2010; Bello et al., 2012). Важливо відокремити біологію репродуктивної функції від впливу економічно обґрунтованих управлінських рішень щодо вибракування та розведення тварин. Більшість показників відтворної здатності, які традиційно використовують (сервіс-період, міжотельний період) є неповними (Ferents, 2017). Дані як на рівні стада, так і на рівні корів повинні включати якомога більше інформації про фактори, які впливають на взаємозв'язок молочної продуктивності з відтворенням (Leblanc, 2010).

У результаті досліджень було проведено оцінку молочної продуктивності та відтворної здатності корів української чорно-рябої породи у виробничих умовах господарства Корпорація «УКРАПРОТЕХ». За результатами наших досліджень було встановлено, що надій за 305 днів був найвищим у корів II лактації і становив 10069,9 кг, різниця з тваринами III лактації становить 644,3 кг. Таким чином, у господарстві пік надоїв припадає на II лактацію починаючи з III спостерігається поступове зниження. Такі результати можуть бути свідченням того, що у господарстві кількість тварин II та I лактації більша порівняно з III та IV. Аналіз молочної продуктивності залежно від лінійної належності показав, що найвищий рівень молочної продуктивності за 305 днів мають корови, які належать до лінії Старбака 352790 надій становить 10732,1 кг. Найнижчий надій у корів лінії Белла 1667366 – 8649,4 кг, різниця становить 2082,7 кг, такий результат може свідчити про генетичний потенціал корів лінії Старбака 352790 до високих надоїв, що в свою чергу погіршує відтворну здатність. Voitenko & Zhelizniak (2018) встановили тенденцію збільшення надоїв корів із збільшенням кількості отелень у дочок бугаїв ліній Белла 1667366, Чіфа 1427381 і Елевейшна 1491007, але не підтверджено таку динаміку – у дочок бугаїв ліній Маршала 2290977 і Старбака 352790. Таким чином, за результатами їх дослідження корови, які належали до лінії Белла 1667366 навпаки мали вищі надої порівняно з коровами лінії Старбака 352790. Результати Poslavskaya et al., (2015) підтверджують наші, оскільки за їх даними найвищі надої та кількість молочного жиру були у тварин, які належали до лінії Старбака 352790.

Аналіз відтворної здатності залежно від надою з лактацію свідчить, що сервіс період у групі, надій яких 12000 кг і більше, становить 194,2 дні, що на 92,9 та 62,6 дня перевищує інші дослідні групи. У цій групі і найдовша тривалість лактації – 462,5 дні. У дослідженні Ferents (2016) вказано, що оптимальна тривалість сервіс-періоду становить 80–100 діб та міжотельного періоду – 365–385 діб, такі показники сприяють досягненню найвищих надоїв. Аналогічні результати були зроблені українськими дослідниками (Kalchuk & Pelekhatyi, 2001), які у своїх роботах вказують на залежність надоїв від тривалості сервіс-періоду та міжотельного інтервалу. Вони підкреслюють, що високопродуктивні тварини мають схильність до подовження сервіс-періоду, що знижує інтенсивність відтворення, але при цьому забезпечує вищу середньодобову продуктивність. У роботах Vedmedenko (2018) відзначена залежність надоїв та вмісту білка, жиру від показників відтворювальної здатності, а саме міжотельного та сервіс-періоду.

Висновки. Отже, за результатами проведеного дослідження можна зробити висновок, що пік лактації у корів припадає на II лактацію і за 305 днів становить 10069,9 кг, починаючи з III лактації спостерігається поступове зниження. Аналіз молочної продуктивності зале-

жно від лактації свідчать, що корови, які належать до лінії Старбака 352790, мали найвищі середньодобові надої 35,0 кг і відповідно найвищу молочну продуктивність за 305 днів лактації – 10732,1 кг, проте високі надої негативно відображаються на відтворній здатності корів. Сервіс-період у цієї групи становить 152,2 дня і відповідно міжотельний період – 437,1 днів. Також слід відмітити, що аналізуючи молочну продуктивність залежно від надою, було встановлено, що оптимальний вік першого плідного осіменіння становить 16,0 місяців.

REFERENCES

- Barkema, H. W., von Keyserlingk, M. A. G., Kastelic, J. P., Luby, C., Solano, L., & Leblanc, S. J. (2020). Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *Journal of Dairy Science*, 103 (7), 6916–6936. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9377>
- Bello, N. M., Stevenson, J. S., & Tempelman, R. J. (2012). Invited review: Milk production and reproductive performance: Modern interdisciplinary insights into an enduring axiom. *Journal of Dairy Science*, 95 (10), 5461–5475. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5564>
- Bondarchuk, L. V. (2016). Vplyv viku pershoho oteleattia na molochnu produktyvnist ta tryvalist produktyvnoho dovolittia koriv ukrainskoi buroi molochnoi porody [The influence of the age of first calving on milk productivity and duration of productive longevity of cows of the Ukrainian brown dairy breed] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnystvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 5 (29), 26–30. [In Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2016_5_6
- Castillo-Badilla, G., Vargas-Leitón, B., Hueckmann-Voss, F., & Romero-Zúñiga, J. J. (2019). Factores que afectan la producción en primera lactancia de vacas lecheras de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 30 (1), 209–227. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.33430>
- Cole, J. B., & VanRaden, P. M. (2018). Genetic selection for milk production and its impact on dairy cattle performance. *Journal of Dairy Science*, 101 (7), 6581–6589. <https://doi.org/10.1016/j.janimal.2021.100292>
- Cooke, J. S., Cheng, Z., Bourne, N. E., & Wathes, D. C. (2013). Association between growth rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-Friesian heifers. *Open Journal of Animal Sciences*, 3 (1), 1–12. <https://doi.org/10.4236/ojas.2013.31001>
- Dallago, G. M., Wade, K. M., Cue, R. I., McClure, J. T., Lacroix, R., Pellerin, D., & Vasseur, E. (2021). Keeping dairy cows for longer: A critical literature review on dairy cow longevity in high milk-producing countries. *Animals*, 11 (3), 808. <https://doi.org/10.3390/ani11030808>
- Diachenko, Yu. (2022). Molochna produktyvnist ta vidtvorni zdattosti koriv u zalezhnosti vid viku yikh pershoho osimeninnia [Milk productivity and reproductive abilities of cows depending on the age of their first insemination] *Zbirnyk studentskykh naukovykh prats. Silskohospodarski nauky – Collection of student research papers. Agricultural sciences*. Vinnytsia, 3 (7), 394–399. [In Ukrainian]. [https://vsau.org/assets/images/content/studenty/gyrnal_tom-3\(7\)_2022.pdf](https://vsau.org/assets/images/content/studenty/gyrnal_tom-3(7)_2022.pdf)
- Ferents, L. V. (2016). Pokaznyky vidtvoriuvalnoi zdattosti koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody ta yikh vplyv na molochnu produktyvnist [Indicators of reproductive ability of Ukrainian black-and-white dairy cows and their impact on milk productivity] *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. Obroshyne, 59, 230–239. [In Ukrainian]. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/wp-content/uploads/zbirnik/59ua/36.pdf>
- Ferenz, L. (2017). [Reproduktyvna zdattist ta molochna produktyvnist koriv zalezho vid plemnoi tsinnosti yikhnikh poperednykiv]. Reproductive ability and milk productivity of cows depending on breeding value of their progenitors. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Agricultural Sciences*, 19(74), 48–51. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7411>
- Gao, Y., Zhang, R., Hu, X., & Li, N. (2019). Application of genomic selection in farm animal breeding. *Chinese Science Bulletin*, 64 (23), 2508–2517. <https://doi.org/10.16288/j.ycz.17-286>

- [illegible]

- Vinnychuk, D. T., Merezko, P. M. (1991). *Shliakhy stvorennia vysokoproduktyvnoho molochnoho stada* [Ways of creating a highly productive dairy herd]. Urozhay. [In Ukrainian].
- Voitenko, S. L., & Zhelizniak, I. M. (2018). Molochna produktyvnist koriv riznykh linii ukrainskoi chorno-riaboi porody za prohresyvnoi tekhnolohii vyrobnytstva moloka [Milk productivity of cows of different lines of the Ukrainian black and white breed under progressive milk production technology] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnystvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 7 (35), 18–22. [In Ukrainian].
- Voitenko, S. L., Sydorenko, O. V., Korol, P. V. & Babush, S. I. (2023). Vplyv pokhodzhennia na molochnu produktyvnist koriv vitchyznianskykh porid z riznoi spadshchynoiu holshtynskoi porody [The influence of origin on milk production of cows of domestic breeds with different heritage of the Holstein breed] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 66, 40–51. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.31073/abg.66.04>

Одержано редколегією 23.06.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.082:519.87

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.31>

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ТВАРИННИЦТВІ

О. С. ЧЕРНЕГА, Д. М. БАСОВСЬКИЙ, О. Д. БІРЮКОВА

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)

<https://orcid.org/00090-0004-8144-0418> – О. С. Чернега

<https://orcid.org/0000-0001-7609-2739> – Д. М. Басовський

<https://orcid.org/0000-0003-0888-662X> – О. Д. Бірюкова

dante-x@ukr.net

Представлено аналітичний огляд сучасних підходів до математичного моделювання у тваринництві. Розглянуто та порівняно механістичні, емпіричні, стохастичні, комбіновані моделі, а також моделі на основі штучного інтелекту. Особливу увагу приділено аналізу ефективності застосування моделей для прогнозування продуктивності, оцінки споживання кормів, викидів метану, моніторингу здоров'я, діагностики хвороб, а також економічної ефективності та сталого розвитку. Визначено ключові переваги і недоліки кожного підходу та перспективи розвитку, зокрема інтеграцію моделей із цифровими технологіями. Моделювання розглядається як стратегічний інструмент для цифрової трансформації галузі в умовах для підвищення ефективності тваринництва з урахуванням нових екологічних і економічних викликів.

Ключові слова: математичне моделювання, тваринництво, продуктивність, машинне навчання, гібридні моделі, екологічний моніторинг, економічна ефективність

MODERN APPROACHES TO MATHEMATICAL MODELING IN ANIMAL HUSBANDRY

O. S. Cherneha, D. M. Basovskiy, O. D. Biriukova

Institute of Animal Breeding and Genetics n.a.M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

An analytical review of modern approaches to mathematical modeling in animal husbandry is presented. Mechanistic, empirical, stochastic, combined models, as well as models based on artificial intelligence are considered and compared. Special attention is paid to the analysis of the effectiveness of the use of models for predicting productivity, assessing feed consumption, methane emissions, health monitoring, disease diagnostics, as well as economic efficiency and sustainable development. The key advantages and disadvantages of each approach and development prospects are identified, in particular the integration of models with digital technologies. Modeling is considered as a strategic tool for the digital transformation of the industry in conditions for increasing the efficiency of animal husbandry, taking into account new environmental and economic challenges.

Keywords: mathematical modeling, animal husbandry, productivity, machine learning, hybrid models, environmental monitoring, economic efficiency

Вступ. Моделювання у тваринництві є потужним інструментом для аналізу та оптимізації процесів, пов'язаних із розведенням сільськогосподарських тварин, оцінюванням і реалізацією їхнього генетичного потенціалу продуктивності, а також великомасштабною селекцією і мінімізацією екологічних впливів. Розробка та впровадження точних моделей дозволяє прогнозувати рівень продуктивності, конверсії кормів, екологічні впливи, стан здоров'я тварин, економічну ефективність господарств і перспективи розвитку. Із зростанням доступності великих обсягів первинних даних про тварин і розвитком обчислювальних технологій,

математичні моделі подекуди стають ключовим інструментом управління сучасними фермерськими господарствами (Luis Orlando Tedeschi, 2020; Menendez et al., 2022; Ranzato et al., 2024; Bai et al., 2024).

Мета цього огляду – оцінити сучасний стан та перспективи використання математичного моделювання, а також ступеня інтеграції цифрових технологій задля виявлення тенденцій, переваг, недоліків і перспектив подальшого використання.

Матеріали та методи дослідження. Проаналізовано сучасні наукові публікації щодо впровадження математичного інструменту моделювання у практику тваринництва (прогнозування продуктивності, управління годівлею, екологічний моніторинг, діагностика захворювань тощо), з акцентом на порівняння методологічних підходів, типів моделей.

Результати досліджень.

Типи математичних моделей у тваринництві. Математичні моделі поділяються на кілька основних типів, однак для повноцінного розуміння їх ефективності доцільно не лише класифікувати, а й порівняти їхні переваги, обмеження та придатність до впровадження у різних сферах тваринництва (табл. 1).

1. Порівняння типів математичних моделей у тваринництві

Тип моделі	Основні характеристики	Переваги	Обмеження	Приклади застосування
Механістична	Описує зміни як функцію ряду параметрів за максимального рівня вірогідності	Висока точність, обґрунтованість	Складність побудови, потрібна деталізована база біологічних параметрів	Прогнозування рівня продуктивності, споживання кормів
Емпірична	Побудована на основі статистичних залежностей	Швидкість побудови, проста реалізація	Недостатня узагальненість, залежність від якості даних	Прогноз росту, оцінка ефективності стратегій, методів
Стохастична	Враховує випадковість і мінливість а біологічних параметрів	Врахування невизначеності, варіативності	Потребують великих вибірок, знання біометричних підходів	Моделювання рівня викидів метану, відтворювальної здатності
Комбінована	Поєднання кількох підходів	Гнучкість, точність	Висока складність, потреба у калібруванні	Оптимізація ефективності, адаптивне управління процесами
Нейромережі / AI	Застосування глибокого навчання або машинного навчання	Висока точність, виявлення прихованих патернів	Низька інтерпретованість, потреба у великих масивах даних	Поведінковий аналіз, діагностика, прогнозування захворювань

Механістичні моделі описують біологічні процеси як функцію ряду параметрів, які для кожного аналізованого набору даних оцінюються переважно з використанням максимальної вірогідності. Використання занадто багатьох параметрів, може призвести до дезідентифікації (Ponciano et al., 2012). Механістичні моделі демонструють високу точність у прогнозуванні фізіологічних процесів, таких як перетравлення корму чи енергетичні витрати (Tedeschi, 2019; Kebreab et al., 2023), проте мають обмежену гнучкість та потребують детального знання біології об'єкта.

Емпіричні моделі описують зміни шляхом оцінки багатьох параметрів з великого об'єму даних. Ці параметри фіксуються і повторно використовуються для нового масиву даних, при цьому параметри можна оцінити більш точно, порівняно з іншими типами моделей. Емпіричні моделі швидші у побудові й менш ресурсовитратні, проте показано (Piñeiro et al., 2019), що вони часто є надмірно залежними від якості вхідних даних і не гарантують високої точності в реальних умовах, відмінних від тренувальних. Стохастичні моделі краще враховують біологічну варіабельність, однак потребують статистичної експертизи та достатніх вибірок (Levrault et al., 2024), тому що використовують для моделювання випадкові величини, які пов'язані стохастичними залежностями.

Механістичні моделі використовуються для опису фізіологічних і біохімічних процесів організму (Tedeschi, 2019; Kebreab et al., 2023), дозволяють передбачити прирости ваги, на- дої, ефективність перетравлення кормів, споживання води. Водночас, стохастичні моделі враховують імовірнісну природу багатьох біологічних процесів, що особливо важливо для моделювання складних біосистем (Levrault et al., 2024). Одним з варіантів стохастичних мо- делей є Байєсівські моделі, що є потужним інструментом обробки невизначених або непов- них даних (Levrault et al., 2024), крім того вони здатні враховувати апіорні дані (вже відомі), що можна припустити відносно об'єкту моделювання. Крім того, така модель дозволяє онов- лювати оцінку параметрів і отримувати розподіл ймовірностей для певної ознаки.

На відміну від попередніх, комбіновані моделі поєднують в собі компоненти механіс- тичних і емпіричних моделей, що підвищує їхню адаптивність у роботі із нерівномірними даними і складними залежностями. Комбіновані моделі забезпечують баланс між точністю та гнучкістю, проте залишаються складними у калібруванні (Chen et al., 2025). Моделі, зокрема на основі глибоких нейронних мереж, показують надзвичайну ефективність у виявленні при- хованих закономірностей (Liang et al., 2020; Bai et al., 2024), але поки що отримані результа- ти залишаються важкими для інтерпретації. Їх застосування особливо перспективне у пове- дінковому аналізі, діагностиці захворювань, виявленні відхилень у великих потоках даних, де традиційні моделі демонструють зниження ефективності.

До окремої категорії комплексних адаптивних систем відноситься агент-орієнтоване або імітаційне моделювання (agent-based modeling, ABM), що використовується для моделю- вання взаємодії між окремими агентами (тваринами, фермерами, частинами середовища то- що). ABM дозволяє моделювати ситуації, що складно описати традиційними моделями (ін- дивідуальні етологічні особливості тварин, соціальну структуру стада, розповсюдження хво- роб, реакцію на зміну умов утримання тощо) (Kaniyamattam & Tedeschi, 2023).

Окреме місце серед математичних моделей у тваринництві займає метод BLUP (Best Linear Unbiased Prediction), що є прикладом комбінованих моделей. Цей підхід використову- ється для оцінювання племінної цінності тварин, дозволяючи одночасно враховувати інфор- мацію щодо родоходів, фенотипові характеристики і систематичні фактори, що забезпечує точні оцінки генетичних переваг. BLUP моделі формуються на основі змішаних моделей, де генетичні ефекти розглядаються як випадкові (Henderson, 1975). Перевагою BLUP стало його ефективне використання при обмежених даних і статистична обґрунтованість.

В Україні за допомогою методу BLUP у межах наукових досліджень вивчається рівень впливу паратипових і генетичних факторів на ознаки молочної продуктивності, відтворення, продуктивного довголіття, оцінюються генетичні параметри та племінна цінність бугаїв- плідників за цими ознаками (Ruban Danshyn, 2022), а також оцінюється племінна цінність корів (Kramarenko Potrivaeva, 2016). Також цей метод використовується для оцінювання племінної цінності тварин різних генотипів у кролівництві (Boiko et al., 2021).

Перехід до геномного BLUP (GBLUP) відкрив нові можливості за рахунок включення SNP-даних та більш точного опису генотипової структури (Nishio Satoh, 2014). VanRaden (2008) вперше запропоновано ефективні алгоритми для обчислення геномних оцінок племінної цінності (Genomic Estimated Breeding Values, GEBVs) за допомогою матриці ге- номної спорідненості. Автор запропонував метод побудови матриці G, яка замінює тра- диційну родовідну матрицю A у моделі BLUP, що дозволило напряму використовувати SNP- дані для оцінки генетичної варіативності. Цей підхід став основою для GBLUP, зробивши геномні оцінки точнішими й економічно вигідними для використання у великомасштабній селекції. Опис алгоритмічної ефективності таких обчислень забезпечив її широке впро- вадження у практиці оцінки племінної цінності у молочному скотарстві. Однак на надійність геномного прогнозу можуть впливати нерівновага зв'язку в базовій популяції та подальший відбір, які не були змодельовані.

Впровадження геномної селекції призвело до суттєвого перегляду селекційних програм у багатьох країнах (Calus et al., 2008; Kim et al., 2023). Геномно посилена оцінка буває двох

видів – одноетапна та багатоетапна. У одноетапному режимі оцінка за походженням та SNP-маркерам проходить одночасно (Kim et al., 2023). У багатоетапному режимі спершу робиться оцінка за походженням, потім за SNP-маркерами, кінцева оцінка комбінує суму ефектів обох оцінок (Misztal et al., 2009; Kachman et al., 2013). Curzon et al. (2024) досліджували ефективність використання одноетапного GBLUP для оцінювання племінної цінності в умовах невеликих популяцій великої рогатої худоби, зокрема ізраїльської популяції голштинів. Автори демонструють, що навіть у випадку обмеженої кількості геномних даних одноетапний GBLUP дозволяє досягти високої точності оцінок завдяки інтеграції даних різного походження (фенотип, родовід та SNP-маркери) в єдиній моделі. Результати мають важливе значення для національних селекційних програм, де ресурси для широкомасштабного генотипування обмежені.

Дослідники різних країн наголошують на наявності значної переваги використання сучасних ІТ-технологій у проведенні геномних досліджень для пришвидшення обробки і інтерпретації значних обсягів інформації (Warr et al., 2020; Hassan et al., 2022; Vilhekar et al., 2024). Багатовимірні байєсівські і регресійні моделі займають важливе місце серед сучасних підходів у біоінформатиці для ідентифікації асоціативних зв'язків між геномом і фенотипом. За використання байєсівського багатомаркерного повногеномного аналізу (GWAS- genome-wide association studies) репродуктивних ознак у голштинів було виявлено 19 SNP із суттєвими впливами на відтворювальні ознаки тварин, без необхідності використання поправок Бонферроні (Jabbari Turchi et al., 2024). У дослідженні ознак тривалості та ефективності господарського використання у китайських сименталів (Du et al., 2021) за використання рандомно-регресійного GWAS, що враховує динаміку зміни фенотипів у часі, вдалося ідентифікувати 37 значущих SNP-локусів (FGF4, ANGPT4 тощо). Модель mbBayesAB (Li et al., 2024) для прогнозу у мультипорідних популяціях великої рогатої худоби й свиней демонструє переваги байєсівського підходу, що забезпечує точніший прогноз, ніж традиційні GFBUP, з покращенням точності геномної селекції до ~6%.

Прогнозування продуктивності, споживання ресурсів та екологічних показників.

Сучасні екологічні виклики спричинили необхідність розробки відповідних моделей. Так, змодельовано вплив теплового стресу на надої та виділення метану (Chen et al., 2025) і продемонстровано, що через тепловий стрес знижується рівень надоїв на 8,6%, а також підвищується інтенсивність виділення метану до 6,6%. Результати моделювання переконливо свідчать про необхідність впровадження стратегій пом'якшення наслідків теплового стресу в молочних стадах задля запобігання недоотримання прибутку.

Застосування ієрархічного стохастичного підходу для оцінки емісії метану у молочному скотарстві продемонструвало здатність моделі HMR (Hierarchical Methane Rate Model) прогнозувати показники виробництва метану окремими коровами, а також популяційні ефекти (Levrault et al., 2024). Водночас, ієрархічний Байєсівський підхід, застосований у моделі, дозволив отримати більш точні прогнози виробництва метану, ніж повністю об'єднаний еквівалент, і пропонує ширші можливості застосування, ніж попередні моделі (Cécile et al., 2024). Необхідність таких досліджень зумовлена швидким збільшенням світової популяції жуйних тварин (за даними FAO FAOSTAT) і зростанням екологічних ризиків.

Kebreab et al. (2023) провели метааналіз щодо ефективності кормової добавки з 3-NOP (3-nitrooxypropanol) – речовини, яка знижує утворення метану у рубці молочної та м'ясної великої рогатої худоби. Було розроблено три моделі, а також досліджено, що пом'якшувальний ефект 3-NOP змінюється поживним складом раціону.

Багато моделей спрямовані на прогнозування продуктивності тварин, зокрема темпів росту, надоїв, репродуктивної функції (Kramarenko et al., 2017; Piñeiro et al., 2019; Ranzato et al., 2024; Marques et al., 2024).

Економічна доцільність є важливою складовою застосування моделей. De Vries et al. (2005) аналізували економічний ефект поліпшеної репродуктивної ефективності: кількість днів до першого осіменіння, кількість днів до запліднення, інтервал між отеленнями, кіль-

кість осіменіння на одне запліднення, рівень запліднення, рівень виявлення тічки та рівень вагітності. Lancaster et al. (2022) обґрунтували математичну модель, яка працює як інтегративна LCA-економічна модель, що інтегрує економічні та екологічні критерії (витрати на корми, ефективність виробництва, продуктивність та співвідношення економічної до екологічної ефективності) у системі вирощування телят. Моделювання показало, що оптимізація показників (ефективність годівлі, збільшення врожайності кормових культур на пасовищах) може суттєво підвищити як економічну, так і екологічну сталість системи.

Прогнозування економічної ефективності використання кормів у різних галузях тваринництва. Економічна ефективність тваринництва визначається оптимальним балансом між підвищенням продуктивності та зниженням витрат на процес розведення тварин, що важливо передбачати за кожних конкретних умов господарювання. Питання годівлі тісно пов'язане з ефективністю господарств. На перевищення доходу над витратами на корми впливають фізіологічний стан і спадковість корів, а також рівень метаболізму, функція травлення і управління годівлею стада. Моделювання ефективності виробництва молока враховує велику кількість чинників, що впливають на ефективність його виробництва, а також індивідуальну мінливість здатності перетравлювати однаковий раціон, формуючи показник кількості енергії реалізованої у молоко (Bach et al., 2020).

Lancaster et al. (2022) підтверджують високу точність математичних моделей у передбаченні ефективності використання кормів. Їх модель CVDS (Cattle Value Discovery System beef cow) для корів м'ясних порід досить добре оцінила параметр накопичення метаболічної енергії та біологічну ефективність корів різних генотипів у різних умовах харчування. Однак, прогнозування надоїв молока від корів та споживання корму телятами було неточним, а самі дослідники резюмували, що потрібно краще врахувати варіації чистої та метаболізованої енергії, що необхідна для підтримання життєдіяльності та лактації.

У свинарстві процес діджиталізації, що триває, включає пристрої, програмне забезпечення, системи, стандартні операційні процедури, комунікації та аналітику, що дозволяє збирати та використовувати велику кількість даних для побудови математичних моделей. Здійснено моделювання зміни росту свиней у відповідь на зміни умов годівлі, а також описали процес моделювання (Piñeiro et al., 2019) зміни ваги свиней. Моделювання ефективності конверсії корму проводилося для поросят та основних свиноматок з урахуванням кращої адаптації стратегій годівлі, підвищення ефективності використання кормів, а також зменшення впливу свинарства на навколишнє середовище (Brossard et al., 2017).

Moss et al. (2021) наголошують на точному годуванні бройлерів як новому підході, що базується на індивідуальних потребах, спираючись на моделі для точного харчування (Pesti, Miller 1997). Інтеграція в галузь може вимагати менших інвестицій, оскільки виробники вже частково запроваджували змішану технологію у кормо виробництві. Додавання до системи годівлі режиму точного харчування може стати парадигмою змін у формуванні кормів, необхідною для забезпечення майбутніх засобів підвищення ефективності та стійкості галузі птиківництва у частині виробництва курячого м'яса та задоволення зростаючого світового попиту на тваринний білок.

Існуючий потенціал системного мислення щодо обробки великих обсягів даних для побудови точних моделей споживання кормів і перетворення енергії використовується не повною мірою у практиці тваринництва, обмежуючись експериментальними дослідженнями (Tedeschi, 2019). Науковець вважає, що успіх у майбутньому математичного моделювання може залежати від розробки перероблених моделей, які можуть інтегрувати існуючі технологічні досягнення в аналітиці даних, щоб скористатися перевагами накопичених наукових знань, що в свою чергу, спонукатиме необхідність створення нових технологій для збору та аналізу даних.

Використання методів машинного навчання та нейронних мереж. У сучасному тваринництві методи штучного інтелекту та машинного навчання дедалі ширше застосовуються для автоматизації діагностики, моніторингу стану здоров'я тварин, прогнозування

продуктивності та оптимізації процесів. Методи машинного навчання відіграють дедалі важливішу роль у тваринництві, особливо в контексті обробки великих даних, точного моніторингу та прийняття управлінських рішень у режимі реального часу. Їх ефективність особливо проявляється у вирішенні завдань прогнозування, етологічного аналізу, діагностики стресу та автоматизованого контролю за станом здоров'я тварин. Класичні моделі на основі методів Support Vector Machines (SVM) та дерев рішень успішно використовуються для класифікації захворювань, вони дають можливість швидкої обробки даних і інтерпретації результатів (Ankinakatte et al., 2013) в умовах обмежених ресурсів.

Аналізуючи літературні джерела щодо використання технології нейромереж для досліджень у медицині або експериментальній біології, науковці дійшли висновку, що використання можливостей штучного інтелекту для молекулярно-генетичних досліджень у тваринництві є актуальним і перспективним (Liadskyi, 2024).

Моделі на базі глибокого навчання мають високу точність, однак потребують великих обсягів якісно структурованих даних, що обмежує їх використання у практиці господарств. Байєсівські та ансамблеві методи, такі як XGBoost, пропонують баланс між точністю, інтерпретованістю та швидкістю навчання. Ансамблеві методи, зокрема XGBoost, виявили високу ефективність у моделюванні складних нелінійних зв'язків у великих наборах табличних даних, у широкому спектрі завдань, де наявні неоднорідні за якістю вибірки (Bai et al., 2024). У ситуаціях, де доступні візуальні або відеодані, доцільно використовувати глибокі нейронні мережі. Вони дозволяють аналізувати поведінку тварин, виявляти ознаки стресу або змін у фізіологічному стані з високим рівнем точності (Ranzato et al., 2024; Bai et al., 2024).

Байєсівські моделі демонструють гнучкість у роботі з неповними або невизначеними даними, що особливо актуально для польових умов, де часто бракує повної інформації (Levrault et al., 2024). Вони дозволяють адаптуватися до змінних умов і уточнювати прогноз зі збільшенням даних.

У молочному скотарстві найбільше застосування знайшли моделі прогнозування маститу та лактаційних кривих (Ankinakatte et al., 2013), зокрема точність виявлення маститів значно підвищилася завдяки комплексному використанню кількох індикаторних систем різного рівня надійності. У свинарстві акцент зроблено на прогноз росту та терморегуляції поросят (Gorczyca et al., 2018; Planisic et al., 2024) та прогнозування стану теплового комфорту тварин. Чотири алгоритми machine learning були навчені прогнозувати показники температури, а “Deep neural networks”, “gradient boosted machines” та “random forests” – виявилися найкращими алгоритмами, у яких похибки за використання модальних значень, становили 0,36% для ректальної температури, 0,62% для температури поверхні шкіри та 1,35% для температури поверхні волосяного покриву.

У птахівництві основна увага приділяється аналізу активності та споживання кормів (Moss et al., 2021) та використання сучасних технологій точного годування для складання нового раціону на кожен день виробничого циклу, а отже, і зниження витрат на корми. Усі ці підходи дозволяють моделювати складні біологічні зв'язки між фізіологією, поведінкою і впливом паратипових чинників.

Автоматизований моніторинг, поведінкове моделювання та рання діагностика. Особливої уваги заслуговують інтегровані системи + що поєднують сенсорні платформи (IoT – Internet of Things) з алгоритмами машинного навчання (ML – Machine learning), для безперервного онлайн-моніторингу тварин. Такі системи дозволяють в режимі реального часу відстежувати фізіологічні параметри, виявляти ранні ознаки захворювань і приймати оперативні рішення (Tangorra et al., 2024; Terence al., 2024), забезпечуючи адаптивне управління умовами утримання.

Моніторингові дослідження поведінки тварин дають можливість ранньої діагностики фізіологічного стану, здоров'я, добробуту тварин. Williams et al. (2016) використали GPS-дані для створення моделей поведінки на пасовищах, що дозволяє оптимізувати графіки випасу. Модель дає можливість використовувати етологічні характеристики для відстеження

часових змін у поведінці молочних корів, що утримуються на пасовищах і страждають від захворювань. Це дає змогу отримати ще один засіб більш ранньої діагностики захворювань. Сучасні моделі об'єднують автоматизовані системи збору даних (сенсори, GPS, відеоспостереження, IoT-пристрої) з аналітичними алгоритмами, що дозволяє проводити точний моніторинг поведінки, здоров'я, фізіологічних параметрів тварин і оперативно виявляти відхилення. Наприклад, «комп'ютерне бачення» забезпечує аналіз цілодобової активності тварин (Bai et al., 2024) за рахунок використання моделі глибокого навчання YOLO (You Only Look Once - виявлення об'єктів на зображеннях у реальному асі). Впровадження у виробництво такого інструмента сприяє вирішенню проблем, що виникають у молочних фермах з великою кількістю поголів'я, для виявлення індивідуальних проблем тварин, що потребують корекції. У таких комплексних системах сенсори забезпечують контроль температури і руху (Gorczyca et al., 2018; Planisic et al., 2024), а IoT-платформи - віддалений доступ до фізіологічних даних (Silva et al., 2024). Системи, що поєднують відеоаналітику з мультимодальним збором даних, дозволяють моделювати поведінку, споживання кормів або ознаки болю. Застосування цих технологій значно розширює можливості ранньої діагностики, прогнозу захворювань, а також надає змогу ефективного менеджменту стада.

Висновки. Вибір моделі залежить, значною мірою, від поставленої мети: для прогнозування споживання кормів у стабільних умовах ефективними є механістичні моделі, у вивченні поведінки або діагностиці хвороб оптимальними є моделі на основі нейронних мереж, а в умовах невизначеності більш ефективними будуть стохастичні та комбіновані моделі. Найбільш перспективними є комбіновані моделі, що поєднують врахування закономірностей біологічних процесів в організмі тварин з гнучкістю машинного навчання, системи автоматизованого моніторингу з використанням IoT та відеоаналітики, а також адаптивні економіко-екологічні моделі. Найефективнішими є ті підходи, які забезпечують високий ступінь персоналізації, стійкість до змін умов, інтерпретованість результатів і можливість інтеграції з менеджментом стада у реальному часі. Підвищення точності, зменшення впливу на довкілля, оптимізація ресурсів і добробут тварин визначають ключові критерії успішності сучасних моделей. Таким чином, математичне моделювання не лише підвищує ефективність виробництва, але й стає основою для цифрової трансформації агросектору в умовах екологічних та економічних викликів.

У найближчому майбутньому основними запитам для ефективності моделювання залишаються точність, адаптивність та інтерпретованість моделей, а також інтеграція даних із різних джерел. Проте, з урахуванням поточних темпів розвитку, математичне моделювання вже сьогодні виступає як один із головних інструментів трансформації тваринництва в ефективну, сталу та науково обґрунтовану галузь аграрного сектору.

REFERENCES

- Aherin, D. G., Weaber, R. L., Pendell, D. L., Heier Stamm, J. L., Larson, R. L. (2023). Stochastic, individual animal systems simulation model of beef cow-calf production: development and validation, *Translational Animal Science*, 7, 1, txac 155. <https://doi.org/10.1093/tas/txac155>
- Alex Bach, Marta Terré, Maria Vidal. (2020). Symposium review: Decomposing efficiency of milk production and maximizing profit. *Journal of Dairy Science*, 103(6), 5709–5725. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17304>
- Ankinakatte, S., Norberg, E., Løvendahl, P., Edwards, D., Højsgaard, S. (2013). Predicting mastitis in dairy cows using neural networks and generalized additive models: A comparison. *Computers and Electronics in Agriculture*, 99, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.08.024>
- Bai, Q., Gao, R., Li, Q., Wang, R., Zhang, H. (2024). Recognition of the behaviors of dairy cows by an improved YOLO. *Intell, Robot*, 4(1), 1–19. <http://dx.doi.org/10.20517/ir.2024.01>
- Baldin, G. C., Hildebrand, C., Larson, R. L., & Lancaster, P. A. (2024). Evaluation and Development of a Nutrition Model to Predict Intake and Growth of Suckling Calves. *Ruminants*, 4(1), 47–78. <https://doi.org/10.3390/ruminants4010004>

- Baudracco, J., Lopez-Villalobos, N., Holmes, C. W., Comeron, E. A., Macdonald, K. A., Barry, T. N. (2013). e-Dairy: a dynamic and stochastic whole-farm model that predicts biophysical and economic performance of grazing dairy systems. *Animal*, 7, 5, 870–878. <https://doi.org/10.1017/S1751731112002376>
- Baudracco, J., Lopez-Villalobos, N., Holmes, C. W., Comeron, E. A., Macdonald, K. A., Barry, T. N., Friggens, N. C. (2012). e-Cow: an animal model that predicts herbage intake, milk yield and live weight change in dairy cows grazing temperate pastures, with and without supplementary feeding. *Animal*, 6, 6, 980–993. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002370>
- Bevilaqua, J. R., Rodrigues, N. N., Rossi, G. F., Pupin, M. A. F., Silva, M. O., Borges, M. S., Fernandes, L. G., Mercadante, M. E. Z., Monteiro, F. M., Oliveira, M. E. F. (2022). Effect of follicular wave stage on potential fertility predictors and their repeatability coefficient in prepubertal *Bos indicus* (Nelore) and *Bos taurus* (Caracu) heifers. *Animal*, 17(2), 100678. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100678>
- Boiko, O. V., Honchar, O. F., Havrysh, O. M., Shevchenko, Ye. A. (2021). *Otsinka plemynnoi tsinnosti samtsiv kroliv porody poltavske sriblo za metodom BLUP. Metodychni rekomendatsii*. [Evaluation of the Breeding Value of Poltava Silver Rabbit Males Using the BLUP Method. Methodical Recommendations]. Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN. [In Ukrainian]
- Bruijn, M. R. N., Hogeveen, H., Stassen, E. N. (2010). Assessing economic consequences of foot disorders in dairy cattle using a dynamic stochastic simulation model. *Journal of Dairy Science*, 93, 2419–2432. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2721>
- Bryant, J., López-Villalobos, N., Holmes, C., Pryce, J. (2005). Simulation modelling of dairy cattle performance based on knowledge of genotype, environment and genotype by environment interactions: current status. *Agricultural Systems*, 86, 2, 121–143. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2004.09.004>
- Brossard Ludovic, Dourmad Jean-Yves, Garcia-Launay Florence, van Milgen J. (2017). Modelling nutrient requirements for pigs to optimize feed efficiency. *Achieving sustainable production of pig meat*, 2, 185–208. <https://doi.org/10.19103/AS.2017.0013.10>
- Calus, M. P. L., Meuwissen, T. H. E., de Roos, A. P. W., Veerkamp, R. F. (2008). Accuracy of Genomic Selection Using Different Methods to Define Haplotypes. *Genetics*, 178, 553–561. <https://doi.org/10.1534/genetics.107.080838>
- Cécile M. Levraut, Nico W. M. Ogink, Jan Dijkstra, Peter W. G. Groot Koerkamp, Kelly Nichols, Fred A. Van Eeuwijk, Carel F. W. Peeters. (2024) Modelling methane production of dairy cows: A hierarchical Bayesian stochastic approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 228, 109683. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109683>
- Chen, L., Thorup, V. M., Østergaard, S. (2025). Modeling the effects of heat stress on production and enteric methane emission in high-yielding dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 108, 4, 3956–3964. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25460>
- Chiumenti, A., da Borso, F., Chiumenti, R., Kic, P. (2020). Applying a Mathematical Model to Compare, Choose, and Optimize the Management and Economics of Milking Parlors in Dairy Farms. *Agriculture*, 10(10), 472. <https://doi.org/10.3390/agriculture10100472>
- Curzon, A. Y., Ezra, E., Weller, J. I. et al. (2024). Single-step genomic BLUP (ssGBLUP) effectively models small cattle populations: lessons from the Israeli-Holstein Herdbook. *BMC Genomics*, 25, 1147. <https://doi.org/10.1186/s12864-024-11074-8>
- De Oliveira, F. M., Ferraz, F. P., Ferraz, G. A. e. S., Pereira, M. N., Barbari, M., & Rossi, G. (2025). Prediction of Body Mass of Dairy Cattle Using Machine Learning Algorithms Applied to Morphological Characteristics. *Animals*, 15(7), 1054. <https://doi.org/10.3390/ani15071054>
- De Vries, A., van Leeuwen, J., Thatcher, W. (2019) Economics of Improved Reproductive Performance in Dairy Cattle. *EDIS*. 2005(9). <https://doi.org/10.32473/edis-an156-2005>
- Du, L., Duan, X., An, B., Chang, T., Liang, M., Xu, L., Zhang, L., Li, J., E, G., & Gao, H. (2021). Genome-Wide Association Study Based on Random Regression Model Reveals Candidate

- Genes Associated with Longitudinal Data in Chinese Simmental Beef Cattle. *Animals*, 11(9), 2524. <https://doi.org/10.3390/ani11092524>
- Džermeikaitė, K., Krištolaitytė, J., Antanaitis, R. (2025). Application of Machine Learning Models for the Early Detection of Metritis in Dairy Cows Based on Physiological, Behavioural and Milk Quality Indicators. *Animals*, 15(11), 1674. <https://doi.org/10.3390/ani15111674>
- Eckhardt, R., Arablouei, R., Ingham, A., McCosker, K., Bernhardt, H. (2025). Livestock behaviour forecasting via generative artificial intelligence. *Smart Agricultural Technology*, 11, 100987, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100987>
- FAOSTAT – URL: <https://www.fao.org/faostat>
- Giordano, J. O., Fricke, P. M., Wiltbank, M. C., Cabrera, V. E. (2011). An economic decision-making support system for selection of reproductive management programs on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 94, 12, 6216–6232. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4376>
- Gorczyca, M. T., Milan, H. F. M., Maia, A. S. C., Gebremedhin, K. G. (2018). Machine learning algorithms to predict core, skin, and hair-coat temperatures of piglets. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 286–294. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.06.028>
- Grohmann, C. J., Decker, J. E. (2024). From reactive to proactive: impact of artificial intelligence on management and selection of livestock. *Animal Frontiers*, 14, 6, 64–67. <https://doi.org/10.1093/af/vfae029>
- Hassan, M., Awan, F. M., Naz, A., deAndrés-Galiana, E. J., Alvarez, O., Cernea, A., Fernández-Brillet, L., Fernández-Martínez, J. L., & Kloczkowski, A. (2022). Innovations in Genomics and Big Data Analytics for Personalized Medicine and Health Care: A Review. *Int. J. Mol. Sci.*, 23 (9), 4645. <https://doi.org/10.3390/ijms23094645>
- Henderson, C. R. (1975). Best Linear Unbiased Estimation and Prediction under a Selection Model. *Biometrics*, 31(2), 423–447. <https://doi.org/10.2307/2529430>
- Huang, Q., Wohlgemut, O., Cicek, N., France, J., Kebreab, E. (2010). A mechanistic model for simulating methane emissions from unstirred liquid manure storages. *Canadian Journal of Soil Science*, 90 (3). <https://doi.org/10.4141/CJSS09094>
- Jabbari Turchi, J., Alijani, S., Rafat, S. A., & Abbasi, M. A. (2024). Bayesian-genome-wide association study and post-GWAS on reproductive traits of Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Research*, 91(2), 146–155. <https://doi.org/10.1017/S0022029924000414>
- Johnson, A. C. B., Reed, K. F., Kebreab, E. (2016). Evaluation of nitrogen excretion equations from cattle. *Journal of Dairy Science*, 99(9), 7669–7678. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10730>
- Kachman, S. D., Spangler, M. L., Bennett, G. L., Hanford, K. J., Kuehn, L. A., Snelling, W. M et al. (2013). Comparison of molecular breeding values based on within- and across-breed training in beef cattle. *Genet. Sel. Evol.*, 45. P. 30. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-45-30>
- Kaniyamattam Karun, Tedeschi Luis, O. (2023). ASAS-NANP symposium: mathematical modeling in animal nutrition: agent-based modeling for livestock systems: the mechanics of development and application. *Journal of Animal Science*, 101, 2023, skad321, <https://doi.org/10.1093/jas/skad321>
- Kanwal, A., Wang, S., Sabir, K., Liu, W. (2025). Livestock Growth: Machine Learning Review of the Literature. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=5225771> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5225771>
- Kebreab Ermias, Bannink André, Pressman Eleanor May, Walker Nicola, Karagiannis Alexios, van Gastelen Sanne, Dijkstra Jan. (2023). A meta-analysis of effects of 3-nitrooxypropanol on methane production, yield, and intensity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 106(2), 927–936. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22211>
- Kim, E., Kang, H., Myung, Ch., Kim, J., Sun, D., Lee, D., Lee, S., Lim, H. (2023). Comparison on genomic prediction using pedigree BLUP and single step GBLUP through the Hanwoo full-sib family. *Animal Bioscience*, 36(9), 1327–1335. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0327>
- Kramarenko, S. S. (2008). Novi metody matematychnoho modeliuvannia laktatsiinykh kryvykh za dopomohoiu interpoliatsii [New Methods of Mathematical Modeling of Lactation Curves Using

- Interpolation]. *Novitni tekhnolohii skotarstva u XXI stolitti*, materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Mykolaiv, 4–6 veresnia 2008). (159-164). Mykolaiv. [In Ukrainian]
- Kramarenko, S. S., Kuzmichova, N. I., Kramarenko, O. S. (2017). Modeliuvannia laktatsiinykh kryvykh molochnykh koriv za dopomohoiu analizu holovnykh komponent (PCA) [Modeling Lactation Curves of Dairy Cows Using Principal Component Analysis (PCA)] *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Bulletin of Agricultural Science of the Black Sea Region*, 4, 115–125. [In Ukrainian] http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2017_4_15
- Kramarenko, S. S., Potryvaieva, O. I. (2016). Vykorystannia liniinykh modelei (BLUP) dlia otsinky plemynnoi tsinnosti koriv za molochnoi produktivnistiu [Application of Linear Models (BLUP) for Evaluating the Breeding Value of Cows Based on Milk Productivity] *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Bulletin of Agricultural Science of the Black Sea Region*, 2(2), 187–192. [In Ukrainian] [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2016_2\(2\)_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2016_2(2)_26)
- Lancaster, P. A., Davis, M. E., Tedeschi, L. O., Rutledge, J. J., Cundiff, L. V. (2022). A mathematical nutrition model adequately predicts beef and dairy cow intake and biological efficiency. *Translational Animal Science*, 6 (1), txab230. DOI: 10.1093/tas/txab230
- Lancaster, P. A., & Larson, R. L. (2022). Evaluation of Strategies to Improve the Environmental and Economic Sustainability of Cow–Calf Production Systems. *Animals*, 2(3), 385. <https://doi.org/10.3390/ani2030385>
- Li, W., Zhang, M., Du, H., Wu, J., Zhou, L., & Liu, J. (2024). Multi-Trait Bayesian Models Enhance the Accuracy of Genomic Prediction in Multi-Breed Reference Populations. *Agriculture*, 14(4), 626. <https://doi.org/10.3390/agriculture14040626>
- Liadskyi, I. K. (2024). Vykorystannia shtuchnoho intelektu dlia optymizatsii henetychnykh doslidzhen [Using artificial intelligence to optimize genetic research] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 67, 85–92. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.31073/abg.67.09>
- Liseune, A., Salamone, M., Van den Poel, D., van Ranst, B., Hostens, M. (2021). Predicting the milk yield curve of dairy cows in the subsequent lactation period using deep learning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 180, 105904. https://doi.org/10.2527/2003.8112_suppl_2E255x
- Marques, T. C., Marques, L. R., Fernandes, P. B., de Lima, F. S., Paim, T. P., Leão, K. M. (2024). Machine Learning to Predict Pregnancy in Dairy Cows: An Approach Integrating Automated Activity Monitoring and On-Farm Data. *Animals*, 14(11), 1567. <https://doi.org/10.3390/ani14111567>
- Martin, O., Sauvant, D. (2007). Dynamic model of the lactating dairy cow metabolism. *Animal*, 1 (8), 1143–1166. <https://doi.org/10.1017/S1751731107000377>
- Menendez, H. M., Brennan, J. R., Gaillard, C., Ehler, K., Quintana, J., Neethirajan, S., Remus, A., Jacobs, M., Isabelle, A. M. A. Teixeira, Turner, B. L., Tedeschi, L. O. (2022). ASAS–NANP Symposium: Mathematical Modeling in Animal Nutrition: Opportunities and challenges of confined and extensive precision livestock production. *Journal of Animal Science*, 100 (6), skac160. <https://doi.org/10.1093/jas/skac160>
- Mia, N., Sarker, T., Halim, M., Alam, A., Ali, M., Rahman, M., Hashem, M. (2025). Machine learning overview and its application in the livestock industry. *Meat Research*, 5(1). <https://doi.org/10.55002/mr.5.1.109>
- Mia, N., Sarker, T., Halim, M., Alam, A., Ali, M., Rahman, M., & Hashem, M. (2025). Machine learning overview and its application in the livestock industry. *Meat Research*, 5(1). <https://doi.org/10.55002/mr.5.1.109>
- Misztal, I., Legarra, A., Aguila, I. (2009). Computing procedures for genetic evaluation including phenotypic, full pedigree, and genomic information. *Journal of Dairy Science*, 92 (9), 4648–4655. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2064>
- Misztal Ignacy, Tsuruta Shogo, Lourenco Daniela, Masuda Yutaka. (Last edit 2022). *Manual for BLUPF90 family of programs*. University of Georgia, USA. https://nce.ads.uga.edu/html/projects/programs/docs/blupf90_all8.pdf

- Moss, A. F., Chrystal, P. V., Cadogan, D. J., Wilkinson, S. J., Crowley, T. M., & Choct, M (2021). Precision feeding and precision nutrition: a paradigm shift in broiler feed formulation?. *Animal Bioscience*, 34(3), 354–362. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0034>
- Nishio, M, Satoh, M. (2014). Including Dominance Effects in the Genomic BLUP Method for Genomic Evaluation. *PLoS ONE*, 9(1), e85792. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085792>
- Pavlova, K., Trichkova-Kashamova, E., & Dimitrov, S. (2024). Applying a Mathematical Model for Calculating the Ideal Nutrition for Sheep. *Mathematics*, 12(8), 1270. <https://doi.org/10.3390/math12081270>
- Pesti, G. M., Miller, B. R. (1997) Modelling for precision nutrition. *J Appl Poult Res*, 6, 483–94. <https://doi.org/10.1093/japr/6.4.483>
- Piñeiro Carlos, Morales Joaquín, Rodríguez María, Aparicio María, Manzanilla Edgar García, Koketsu Yuzo. (2019). Big (pig) data and the internet of the swine things: a new paradigm in the industry. *Animal Frontiers*, 9 (2), 6–15. <https://doi.org/10.1093/af/vfz002>
- Ponciano, J. M., Burleigh, J. G., Braun, E. L., Taper, M. L. (2012). Assessing parameter identifiability in phylogenetic models using data cloning. *Systematic Biology*, 61 (6), 955–72. <https://doi.org/10.1093/sysbio/sys055>
- Ranzato, G., Aernouts, B., Lora, I., Adriaens, I., Ben Abdelkrim, A., Gote, M. J., Cozzi, G. (2024). Comparison of 3 mathematical models to estimate lactation performance in dairy cows *Journal of Dairy Science*, 107 (9), 6888–6901. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24224>
- Rodriguez-Obando, D. J., Castro-Rincón, E., Castaño-Marin, A. M., Montes-Vergara, J. C., Rosero, N. (2022). Data-driven dynamical modeling of dairy production oriented to herd management. *IFAC-PapersOnLine*, 55 (10), 1441–1446. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.593>
- Ruban, S., & Danshyn, V. (2022). Assessment of the genetic parameters and breeding value of bulls-producers of the Ukrainian black speckled milky breed by the main characteristics. *Animal Science and Food Technology*, 13(4), 50–58. [https://doi.org/10.31548/animal.13\(4\).2022.50-58](https://doi.org/10.31548/animal.13(4).2022.50-58)
- Sanjo Jose, V., Sejian Veerasamy, Bagath Madijagan, Ratnakaran Athira, P., Lees Angela, M., Al-Hosni Yaqoub, A. S., Sullivan Megan, Bhatta Raghavendra, Gaughan John, B. (2016). Modeling of Greenhouse Gas Emission from Livestock. *Frontiers in Environmental Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00027>
- Shahinfar, S., Khansefid, M., Haile-Mariam, M., Pryce, J. E. (2021). Machine learning approaches for the prediction of lameness in dairy cows. *Animal*, 15 (11), 100391. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100391>
- Shalloo, L., Dillon, P., Rath, M., Wallace, M. (2004). Description and Validation of the Moorepark Dairy System Model. *Journal of Dairy Science*, 87 (6), 1945–1959. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73353-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73353-6)
- Silveira, R. M. F., Façanha, D. A. E., McManus, C. M., Ferreira, J., da Silva, I. J. O. (2023). Machine intelligence applied to sustainability: A systematic methodological proposal to identify sustainable animals. *Journal of Cleaner Production*, 420, 138292. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138292>
- Souza, V. C., Moraes, L. E., Baumgard, L. H., Santos, J. E. P., Mueller, N. D., Rhoads, R. P., Kebreab, E. (2023). Modeling the effects of heat stress in animal performance and enteric methane emissions in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106, 4725–4737. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22658>
- Swinkels, J. M., Leach, K. A., Breen, J. E., Payne, B., White, V., Green, M. J., Bradley, A. J. (2021). Randomized controlled field trial comparing quarter and cow level selective dry cow treatment using the California Mastitis Test. *Journal of Dairy Science*, 104 (8), 9063–9081. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19258>
- Tangorra, F. M., Buoio, E., Calcante, A., Bassi, A., & Costa, A. (2024). Internet of Things (IoT): Sensors Application in Dairy Cattle Farming. *Animals*, 14(21), 3071. <https://doi.org/10.3390/ani14213071>

- Tedeschi, L. O., Menendez, H. M. (2020). Chapter 25 – Mathematical modeling in animal production. *Animal Agriculture, Sustainability, Challenges and Innovations*, 431–453. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00025-2>
- Tedeschi, L. O., Menendez, H. M., Remu, A. (2023). ASAS-NANP SYMPOSIUM: Mathematical Modeling in Animal Nutrition: Training the Future Generation in Data and Predictive Analytics for Sustainable Development. A Summary of the 2021 and 2022 Symposia. *Journal of Animal Science*, 101, skad318. <https://doi.org/10.1093/jas/skad318>
- Tedeschi, L. O. (2019). ASN-ASAS Symposium: Future of Data Analytics in Nutrition: Mathematical Modeling in Ruminant Nutrition. *Journal of Animal Science*, 97(5), 1921–1944. <https://doi.org/10.1093/jas/skz092>
- Terence, S., Immaculate, J., Raj, A., Nadarajan, J. (2024). Systematic Review on Internet of Things in Smart Livestock Management Systems. *Sustainability*, 16(10), 4073. <https://doi.org/10.3390/su16104073>
- Thompson Jake, S., Green Martin, J., Hyde Robert, Bradley Andrew, J., O'Grady Luke. (2023). The use of machine learning to predict somatic cell count status in dairy cows post-calving. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1297750>
- VanRaden, P. M. (2008). Efficient Methods to Compute Genomic Predictions. *Journal of Dairy Science*, 91(11), 4414–4423. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0980>
- Vilhekar, R. S., & Rawekar, A. (2024). Artificial Intelligence in Genetics. *Cureus*, 16 (1). <https://doi.org/10.7759/cureus.52035>
- Warr, A., Affara, N., Aken, B., Beiki, H., Bickhart, D., Billis, K., Chow, W., Eory, L., Finlayson, H., Flicek, P., Girón, C., Griffin, D., Hall, R., Hannum, G., Hourlier, T., Howe, K., Hume, D., Izuogu, O., Kim, K., Archibald, A. (2020). An improved pig reference genome sequence to enable pig genetics and genomics research. *GigaScience*, 9 (6). <https://doi.org/10.1093/gigascience/giaa051>
- Wang, M., Li, S., Peng, R., Räisänen, S. E., Serviento, A. M., Sun, X., Wang, K., Yu, F., Niu, M. (2024). Learning end-to-end respiratory rate prediction of dairy cows from red, green, and blue videos. *Journal of Dairy Science*, 107 (11), 9862–9874. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24601>
- Wellock, I. J., Emmans, G. C., Kyriazakis, I. (2003). Modelling the effects of thermal environment and dietary composition on pig performance: model testing and evaluation. *Animal Science*, 77(2), 267–276. <https://doi.org/10.1017/S1357729800059002>
- White Robin, R., Capper Judith, L. (2014). Precision diet formulation to improve performance and profitability across various climates: Modeling the implications of increasing the formulation frequency of dairy cattle diets. *Journal of Dairy Science*, 97(3), 1563–1577. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6859>
- Williams, M. L., Mac Parthaláin, N., Brewer, P., James, W. P. J., Rose, M. T. (2016). A novel behavioral model of the pasture-based dairy cow from GPS data using data mining and machine learning techniques. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 2063–2075. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10254>

Одержано редколегією 03.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.2.082:612.017:612.664.3:636.09

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.32>

ВПЛИВ БАТЬКІВСЬКОГО ГЕНОТИПУ НА ІНДЕКС ІМУНІТЕТУ, ВМІСТ ІМУНОГЛОБУЛІНІВ У МОЛОЗИВІ ДОЧОК ТА ЇХ СТІЙКІСТЬ ДО ЗАХВОРЮВАНЬ

Н. С. ЧЕРНЯК, Ю. В. ВДОВИЧЕНКО

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)

<https://orcid.org/0000-0002-2430-7168> – Н. С. Черняк

<https://orcid.org/0000-0001-9272-9672> – Ю. В. Вдовиченко

irgt2017@ukr.net

Завдяки застосуванню геномного тестування стає можливим виявлення бугаїв-плідників, які передають потомству підвищену імунну стійкість. Генетична оцінка дозволяє точно ідентифікувати тварин із високими імунологічними показниками, що, у свою чергу, сприяє зниженню рівня захворюваності серед нащадків та покращенню загального стану здоров'я стада.

У дочок бугая Мажордомо 13353511 відзначено порівняно низький Індекс імунітету (96,5) та знижений вміст імуноглобулінів у молозиві першого надою (50,21 мг/мл). Це може свідчити про наявність у плідника генетичних чинників, що обумовлюють ослаблену імунну відповідь та вищу сприйнятливості потомства до захворювань.

Найвищі значення Індeksu імунітету (105,67) та концентрації імуноглобулінів у молозиві першого надою (70,05 мг/мл) виявлено у нащадків бугая-плідника Елькгарта 3148929453. Дочки цього плідника відзначаються найнижчим рівнем захворюваності серед досліджуваних груп, що свідчить про ефективну передачу ним генетичних ознак, відповідальних за підвищену імунну стійкість.

Отримані результати відкривають перспективи для удосконалення селекційних програм шляхом цілеспрямованого відбору бугаїв із високим імунним потенціалом з метою підвищення загального рівня здоров'я стада.

Ключові слова: індекс імунітету, імуноглобуліни (Ig), молозиво, імунна відповідь, захворюваність, бугаї-плідники, потомство

THE INFLUENCE OF THE PATERNAL GENOTYPE ON THE IMMUNITY INDEX, IMMUNOGLOBULIN CONTENT IN DAUGHTERS' COLOSTRUM, AND THEIR RESISTANCE TO DISEASES

N. S. Cherniak, Yu. V. Vdovychenko

Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

The application of genomic testing enables the identification of breeding bulls that transmit enhanced immune resistance to their offspring. Genetic evaluation allows for the precise identification of animals with high immunological parameters, which, in turn, contributes to reducing disease incidence among progeny and improving the overall health status of the herd.

A relatively low Immunity Index (96.5) and a significantly lower concentration of immunoglobulins in first-milking colostrum (50.21 mg/ml) were observed in the daughters of the breeding bull Majordomo 13353511. This sire transmits genetic traits associated with reduced immune resistance and increased susceptibility to disease.

The highest values of the Immunity Index (105.67) and immunoglobulin concentration in first-milking colostrum (70.05 mg/ml) were recorded in the offspring of the breeding bull Elkhart 3148929453. The daughters of this sire demonstrated the lowest incidence of disease among the

studied groups, indicating his effective transmission of genetic traits responsible for enhanced immune resistance.

The results obtained offer promising opportunities for improving breeding programs through the targeted selection of bulls with high immune potential to enhance the overall health level of the herd.

Keywords: Immunity Index, immunoglobulins (Ig), colostrum, immune response, disease incidence, breeding bulls, offspring

Вступ. Розроблена та впроваджена методика прогнозування племінної цінності сільськогосподарських тварин на основі аналізу їхнього геному відкрила нову еру генетичного удосконалення порід. Вона орієнтована на підвищення комплексу господарськи корисних ознак, зокрема якості продуктивності, здоров'я, відтворювальної здатності, легкості отелень, тривалості господарського використання тварин тощо (Pryce & Hayes, 2012).

Геномна селекція забезпечує можливість ранньої оцінки та добору потенційних племінних тварин (бугайців і теличок) за прогнозованими показниками економічно важливих продуктивних ознак, що сприяє прискоренню генетичного прогресу порід шляхом розширення спектра селекційних ознак та скорочення генераційного інтервалу (Ruban et al., 2016; Schaeffer, 2006).

Завдяки геномній оцінці селекціонери отримують можливість визначати племінні якості тварин на ранніх етапах розвитку, що дає змогу оперативно приймати рішення щодо доцільності їхнього подальшого використання в селекційній програмі. Це, своєю чергою, сприяє скороченню селекційного інтервалу та підвищенню ефективності племінної роботи (Gladiy et al., 2018).

Технологія високої імунної відповіді (HIR), розроблена Університетом Гвелфа (University of Guelph), призначена для виявлення великої рогатої худоби з оптимізованою імунною реактивністю та пов'язана з підвищеною стійкістю до широкого спектра захворювань (Mallard et al., 2014).

Доведено, що на якість і кількість молозива впливають як паратипові, так і генотипові фактори (Kambur & Zamazii, 2009; Denkovich et al., 2021; Kurtyak et al., 2021).

Імуноглобуліни в молозиві корів є ключовим чинником, що суттєво впливає на здоров'я новонароджених телят (Mylostyvyi et al., 2021; Mylostyvyi et al., 2022). Їхній вміст може варіюватися залежно від генетичного походження тварини, породи, віку, умов утримання та особливостей годівлі. Висока концентрація імуноглобулінів у молозиві має критичне значення для формування ефективного пасивного імунітету в телят у перші години та дні життя.

Вміст імуноглобулінів у молозиві корів є важливим показником його якості, оскільки саме ці білки відіграють провідну роль у формуванні пасивного імунітету новонароджених телят (Melnychuk & Hryshchenko, 2015). Імуноглобуліни (Ig), що передаються теляті через молозиво, забезпечують первинний захист від патогенів до моменту повноцінного становлення власної імунної системи. Концентрація імуноглобулінів у молозиві може значно варіюватися залежно від низки чинників, зокрема генетичного походження корів.

Вплив батька на вміст імуноглобулінів у молозиві корів є важливим аспектом у тваринництві, особливо в контексті селекції та розведення. Оскільки імуноглобуліни є критично важливими для забезпечення пасивного імунітету телят, розуміння генетичної компоненти цього процесу дозволяє оптимізувати селекцію для досягнення бажаних результатів.

Методика досліджень. Дослідження проводили на молочно виробничому комплексі ТОВ «Острійківське» Київської області, який має статус племрепродуктора з розведення голштинської породи. У господарстві запроваджена безприв'язна технологія утримання тварин (фото 1). Використовуються прогресивні технологічні процеси заготівлі, приготування та роздачі кормів із додаванням мінерально-вітамінних добавок.

Для проведення геномної оцінки було відібрано 54 телички голштинської породи. Оцінювання проводили впродовж перших 2-х тижнів після народження. Відбір проб проводили

за допомогою вищипу з вуха (фото 2). Для проведення геномної оцінки, відібрані зразки надіслали в американську лабораторію (NeoGen). Тестування базується на багатофакторних статистичних моделях з використанням BLUP.



Фото 1. Утримання молодняку

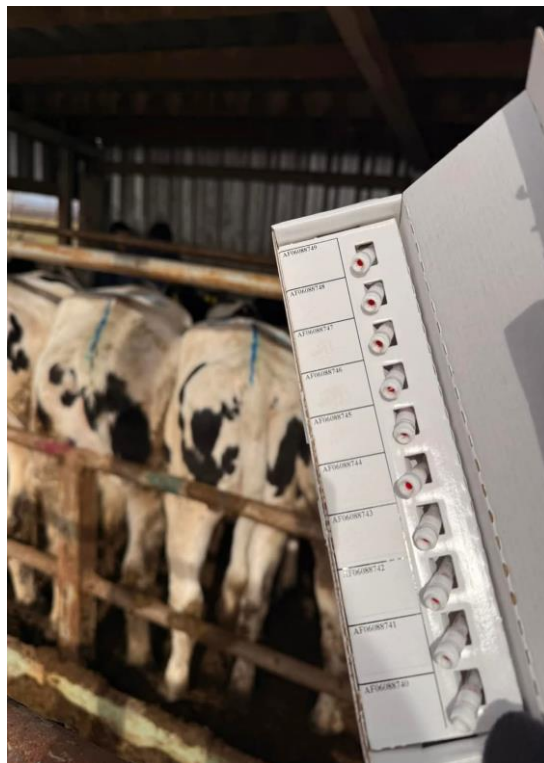


Фото 2. Відбір проб

Обов'язково надається інформація про тварину і її родовід. За результатами отриманої геномної оцінки вже на ранніх етапах вирощування телички отримати детальну інформацію про успадкований нею генетичний профіль. Оцінка включає не лише Індекс імунітету, а й ключові показники здоров'я, тривалості продуктивного життя, ознаки екстер'єру, рівня молочної продуктивності, відтворювальної здатності, а також виявлення генетичних дефектів.

Вміст імуноглобулінів визначали у молозиві першого надою, відібраному через 1,5–2 години після отелення. Для дослідження було сформовано групи первісток голштинської породи по 15 голів у кожній, які походили від шести бугаїв-плідників, різних за генетичним походженням. Усі тварини мали однаковий вік, знаходилися на першій лактації та утримувалися за єдиною технологією годівлі та утримання.

Для визначення впливу бугаїв-плідників голштинської породи на стійкість дочок ($n = 207$ гол.) до захворювань нами було проведено аналіз клінічної інформації про перебіг найбільш поширених хвороб у корів-первісток: маститу, метриту, кетозу, затримки посліду та захворювань кінцівок. В основу дослідження покладено дані індивідуальних карток тварин, ветеринарних журналів, а також племінного обліку в господарствах, де утримувалося потомство оцінених бугаїв. Оцінку здійснювали за наявністю/відсутністю захворювання протягом перших 100 днів лактації. Усі тварини утримувалися в однотипних умовах годівлі та менеджменту, що дало можливість мінімізувати вплив середовища та виявити роль генетичного чинника.

Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 2020. Вірогідність різниць оцінювали за допомогою критерію Стюдента.

Метою дослідження було встановити вплив бугаїв-плідників голштинської породи на показники імунної резистентності їхніх дочок, зокрема на індекс імунітету, вміст імуноглобулінів у молозиві першого надою та рівня стійкості до захворювань.

Результати досліджень. За результатами геномного тестування 54 теличок на молочно

виробничому комплексі ТОВ «Острійківське» встановлено, що найвищий показник Індексу імунітету Immunity+ ($105,67 \pm 1,39$) спостерігається у дочок бугая-плідника Елькгарта 3148929453 голштинської породи (рис. 1). Це вказує на високу генетичну стійкість цих тварин до інфекційних захворювань, що є важливим чинником у підвищенні загального рівня здоров'я та продуктивності стада.

Натомість, порівняно низький показник Індексу імунітету ($96,5 \pm 0,87$) встановлено у дочок бугая-плідника Мажордомо 13353511, що свідчить про знижений рівень імунної стійкості його нащадків порівняно з потомством інших бугаїв.

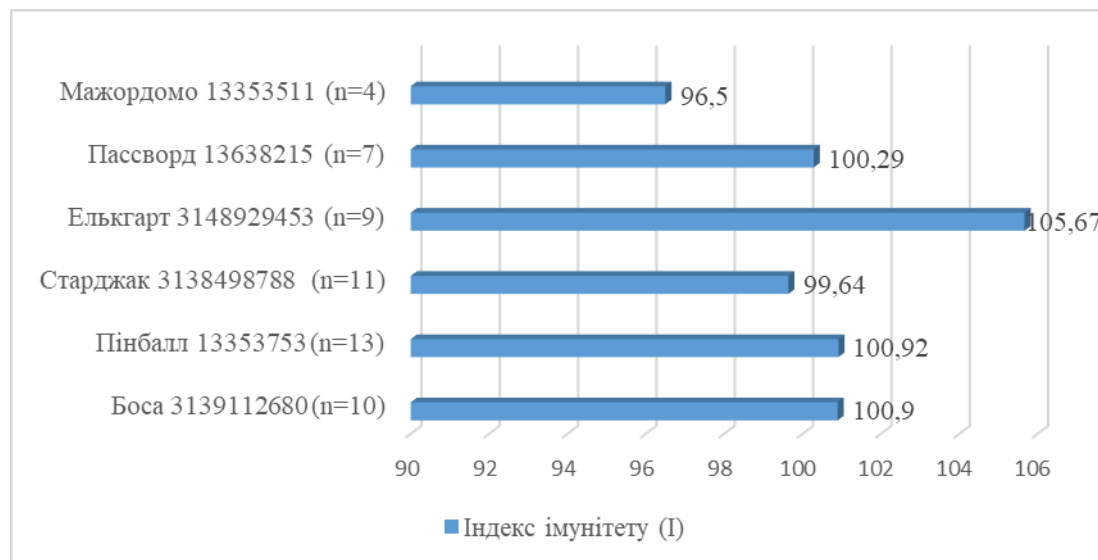


Рис. 1. Вплив батька на Індекс імунітету дочок

Відзначено достовірні відмінності в Індексі імунітету серед дочок різних бугаїв однієї породи, що свідчить про значний генетичний батьківський вплив на передачу імунних властивостей потомству.

Для перевірки результатів геномної оцінки впливу батьківського генотипу на імунну резистентність нами досліджено вміст імуноглобулінів у молозиві першого надюю у первісток голштинської породи, отриманих від бугаїв-плідників різного походження. Експеримент проведено на базі молочно-виробничого комплексу ТОВ «Острійківське».

Встановлено, що серед дочок різних бугаїв голштинської породи спостерігаються достовірні відмінності у вмісті імуноглобулінів у молозиві. Це свідчить про суттєвий батьківський вплив на даний показник, який зумовлений індивідуальними генетичними особливостями кожного бугая (табл. 1).

1. Вміст імуноглобулінів у молозиві корів різних за походженням, мг/мл

Кличка бугая	Лінія	К-ть дочок, гол	Ig	σ	Cv
Боса 3139112680	Елевейшна 1491007.65	15	$62,41 \pm 0,48$	1,88	3,16
Пінбалл 13353753	Чіфа 142738	15	$59,36 \pm 0,85$	3,28	6,27
Старджак 3138498788	Чіфа 142738	15	$54,70 \pm 0,64$	2,48	5,51
Елькгарт 3148929453	Елевейшна 1491007.65	15	$70,05 \pm 0,6$	2,34	3,38
Пассворд 13638215	Чіфа 142738	15	$57,54 \pm 0,7$	2,71	4,88
Мажордомо 13353511	Елевейшна 1491007.65	15	$50,21 \pm 0,81$	3,13	7,12

Встановлено достовірну залежність між рівнем Індексу імунітету та концентрацією імуноглобулінів у молозиві першого надюю: зі зростанням індексу зростає й вміст імуноглобулінів. Найвищі значення Індексу імунітету (105,67) та концентрації імуноглобулінів у мо-

лозиві першого надою (70,05 мг/мл) зафіксовано у нащадків бугая-плідника Елькгарт 3148929453 голштинської породи. За вмістом імуноглобулінів дочки бугая Елькгарт достовірно переважають своїх ровесниць – різниця становить 7,64–19,84 мг/мл ($P < 0,001$).

Значно нижчі значення Індексу імунітету (96,5) та концентрації імуноглобулінів у молозиві першого надою (50,21 мг/мл) відмічаємо у дочок бугая-плідника Мажордомо 13353511. Це свідчить про знижену імунну стійкість потомства цього плідника порівняно з нащадками інших бугаїв.

Дослідження, проведені на коровах різних за походженням, засвідчили наявність помітних відмінностей у рівні імуноглобулінів у молозиві, що пояснюється генетичними особливостями племінних бугаїв. Зокрема, бугай Елькгарт 3148929453 передає своїм дочкам здатність продукувати молозиво з підвищеною концентрацією імуноглобулінів, які є ключовим чинником формування пасивного імунітету новонароджених телят.

Нами проведено дослідження з визначення впливу бугаїв-плідників голштинської породи на стійкість їхніх дочок до захворювань (табл. 2).

2. Вплив батька на стійкість дочок до захворювань

Кличка бугая	Кількість дочок, гол	Захворювання, %											
		мастит		метрит		кетоз		затримка посліду		хвороби кінцівок		всього	
		п	%	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
Боса 3139112680	23	–	–	–	–	1	4,3	–	–	2	8,7	3	13,0
Пінбалл 13353753	31	1	3,2	–	–	2	6,5	–	–	1	3,2	4	12,9
Старджак 3138498788	29	1	3,4	1	3,4	–	–	–	–	3	10,3	5	17,1
Елькгарт 3148929453	44			–	–	2	4,5	–	–	1	2,3	3	6,8
Пассворд 13638215	50	1	2,0	1	2,0	2	4,0	1	2,0	1	2,0	6	12,0
Мажордомо 13353511	30	3	10,0	1	3,3	1	3,3	–	–	2	6,7	7	23,3

Встановлено, що дочки бугая Елькгарт 3148929453, які мають високий Індекс імунітету та підвищену концентрацію імуноглобулінів у молозиві, характеризуються достовірно нижчим рівнем захворюваності – лише 6,8%. Це суттєво менше порівняно з іншими досліджуваними групами та підтверджує ефективність спадкової передачі імунологічної стійкості. Потомство цього плідника демонструє високу резистентність до інфекційних захворювань, що сприяє покращенню загального стану здоров'я стада. Крім того, у дочок бугая Елькгарт 3148929453 не було зареєстровано жодного випадку маститу чи метрита, що свідчить про підвищену імунну стійкість його нащадків у порівнянні з потомством інших бугаїв-плідників.

Згідно досліджень (Thompson-Crispi et al., 2012) на великій молочній фермі у США, дочки бугаїв Immunity+ у першій лактації мали загальне зниження захворюваності на 8,5% порівняно з дочками бугаїв, для яких статус імунної відповіді був невідомим. Фактично, у дочок бугаїв Immunity+ спостерігалось на 44% менше випадків маститу та на 25% менше випадків пневмонії у телят.

У дослідженні, проведеному на 58 молочних стадах, які входили до Канадської дослідницької мережі з маститу (CBMRN), було встановлено, що корови з високим рівнем імунної відповіді мали нижчу захворюваність на мастит, а випадки маститу, якщо і виникали, були менш тяжкими, ніж у корів із середнім або низьким рівнем імунної відповіді (Thompson-Crispi et al., 2013).

Натомість, нащадки бугая-плідника Мажордомо 13353511 характеризуються низьким Індексом імунітету та зниженою концентрацією імуноглобулінів у молозиві (50,21 мг/мл). Цей плідник передає потомству знижену імунну стійкість, що проявляється у підвищеній чутливості до захворювань. У його нащадків зафіксовано найвищий рівень захворюваності серед досліджуваних груп – 23,3%, зокрема на мастит, метрит і кетоз.

У дочок бугая Пінбалл 13353753 виявлено підвищену схильність до кетозу, а у потомства бугая Старджак 3138498788 – до захворювань кінцівок.

Ранні дослідження групи Маллард (Mallard) продемонстрували покращення здоров'я та продуктивності після генетичної ідентифікації великої рогатої худоби з підвищеною імунною відповіддю (Mallard and Wilkie, 2007).

Висновки. Встановлено, що дочки бугая Елькгарта 3148929453, які мають високий Індекс імунітету (105,67) та підвищену концентрацію імуноглобулінів у молозиві (70,05 мг/мл), характеризуються нижчим рівнем захворюваності – лише 6,8%.

Порівняно низький Індекс імунітету (96,5) та значно знижений вміст імуноглобулінів у молозиві першого надою (50,21 мг/мл) зафіксовано у дочок бугая-плідника Мажордомо 13353511. У цієї групи тварин відмічено найвищий рівень захворюваності серед досліджуваних первісток – 23,3%. Це свідчить про те, що даний плідник, ймовірно, передає потомству генетичні особливості, які зумовлюють знижену імунну стійкість та підвищену сприйнятливості до інфекційних захворювань.

REFERENCES

- Denkovich, B. S., Pivtorak, Y. I., Gordiyshuk, N. M., Gutyj, B. V., & Leskiv, Kh. Ya. (2021). The effect of probiotic feed bio additive “Progal” on scar fermentation in dairy cows. *Colloquium-journal*, 22(109), 63–66. <https://doi.org/10.24412/2520-6990-2021-22109-63-66>.
- Hladii, M. V., Bashchenko, M. I., Polupan, Yu. P., Kovtun, S. I., Borodai, I. S., Vdovychenko, Yu. V., Voloshchuk, V. M., Huziev, I. V., Dzitsiuk, V. V., Yefimenko, M. Ya., Zhukorskyi, O. M., Kopylov, K. V., Ladyka, V. I., Melnyk, Yu. F., Metlytska, O. I., Petrenko, I. P., Podobas, B. Ye., Ruban, S. Yu., Suprovych, T. M., Khmelnychy, L. M., Bazyshyna, I. V., Basyovskiy, D. M., Biriukova, O. D., Boiko, O. V., Bondarchuk, L. V., Bratushka, R. V., Vyshnevskiy, L. V., Demchuk, S. Yu., Dzhus, P. P., Ziuziun, A. B., Iliashenko, H. D., Kovalenko, H. S., Koval, T. P., Kostenko, O. I., Kruhliak, A. P., Kruhliak, O. V., Kruhliak, T. O., Kuzebnyi, S. V., Oleshko, V. P., Ostapovets, L. I., Pavlenko, Yu. M., Porkhun, M. H., Pocherniaiev, K. F., Pochukalin, A. Ye., Riezyukova, N. L., Sydorenko, O. V., Starodub, L. F., Stakhovskiy, V. F., Trotskyi, P. A., Cherniak, N. H., Chyrkova, O. P., Sharan, P. I., Sharapa, H. S., Shcherbak, O. V., Bezrutchenko, I. M., Bondaruk, H. M., Bryl, S. M., Diedova, L. O., Duvanov, O. V., Zabludovskiy, Ye. Ye., Kuzebna, N. M., Makovska, N. M., Martyniuk, I. S., Marchenko, N. I., Pryima, S. V., Reznikova, Yu. M., Siriak, V. A., Turianytsia, A. M., & Chop, N. V. (2018). *Selektsiyni, henetychni ta biotekhnolohichni metody udoskonalennya i zbezrezhennya henofondu porid sil's'kohospodars'kykh tvaryn* [Breeding, genetic and biotechnological methods for improving and preserving the gene pool of breeds of farm animals]. Tekhservis. (In Ukrainian). <https://digest.iabg.org.ua/arhiv>
- Kambur, M. D., & Zamazii, A. A. (2009). *Sekretoutvoriuiucha funktsiia molochnoi zalozy ta zhyttiezdatnist pryplodu u koriv* [Secretory function of the mammary gland of cows depending on the duration of the dry period]. Sumy. (in Ukrainian).
- Kurtyak, B. M., Boyko, P. K., Boyko, O. P., Sobko, G. V., Romanovych, M. S., Pundyak, T. O., Mandygra, Yu. M., & Gutyj, B. V. (2021). Autogenous vaccines are an effective means of controlling the epizootic process of mastitis in cows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 145–152. <https://www.ujecology.com/articles/autogenous-vaccines-are-an-effective-means-of-controlling-the-epizootic-process-of-mastitis-in-cows.pdf>.
- Mallard, A., Cartwright, S., Emam, M., Fleming, R., Gallo, N., Hodgins, D., & Marlene, P. (2014). Genetic Selection of Cattle for Improved Immunity and Health. *WCDS Advances in Dairy Technology*, 26, 247–257.
- Mallard, B. A., & Wilkie, B. N. (2007). Phenotypic, genetic and epigenetic variation of immune response and disease resistance traits of pigs. *Advances in Pork Production*, 18, 139–146.
- Melnychuk, D. O., & Hryshchenko, V. A. (2015). Osoblyvosti formuvannia bilkovoho spektra plazmy krovi u ssavtsiv u period novonarodzhennosti. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy*, 6, 154–159. (In Ukrainian).

- Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Midyk, S., Cherniy, N., Lieshchova, M., Skliarov, P., Gutyj, B., Kornienko, V., & Mylostyva, D. (2022). Clinical significance of measuring fatty acids in biological fluids of dairy cows (in blood and milk) with a focus on heat stress. *Multidisciplinary Reviews*, 5(2), e2022011. <https://doi.org/10.31893/multirev.2022011>
- Mylostyvyi, R., Lesnovskay, O., Karlova, L., Khmeleva, O., Kalinichenko, O., Orishchuk, O., Tsap, S., Begma, N., Cherniy, N., Gutyj, B., & Izhboldina, O. (2021). Brown Swiss cows are more heat resistant than Holstein cows under hot summer conditions of the continental climate of Ukraine. *J. Anim Behav Biometeorol*, 9(4), 2134. <https://doi.org/10.31893/jabb.21034>.
- Pryce, J., & Hayes, B. (2012). A review of how dairy farmers can use and profit from genomic technologies. *Anim. Prod. Sci.*, 52, 180–184.
- Ruban, S. Yu., Danshyn, V. O., Fedota, O. M., Mitioghlo, L. V., & Turchyn, V. Ya. (2016). Global experience and prospects for the use of genomic selection in dairy cattle breeding. *The Animal Biology*, 18(1), 117–125. [In Ukrainian].
- Schaeffer, L. R. (2006) Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. *J. Anim. Breed. Genet.*, 123(4), 218–223.
- Thompson-Crispi, K. A., Miglior, F., & Mallard, B. A. (2013). Incidence rates of clinical mastitis among Canadian Holsteins classified as high, average and low immune responders. *Clin. Vaccine Immunol*, 20(1), 106–112.
- Thompson-Crispi, K. A., Sewalem, A., Miglior, F., & Mallard, B. A. (2012). Genetic parameters of adaptive immune response traits in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 95(1), 401–409. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4452>.

Одержано редколегією 02.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

УДК 636.2.034.082.2(292.486:477)

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.70.33>

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ПОРОДНИХ РЕСУРСІВ МОЛОЧНИХ ПОРІД ХУДОБИ СТЕПУ УКРАЇНИ

**М. Й. ЧЕХІВСЬКИЙ¹, О. В. СИДОРЕНКО², С. В. КУЗЕБНИЙ¹, В. С. ПАХОЛЮК¹,
В. В. КУЗЬМІНСЬКИЙ¹, Н. В. ШВЕЦЬ²**

¹Інститут тваринництва степових районів ім. М.Ф. Іванова «Асканія-Нова»-Національний науковий центр з вівчарства НААН (Чубинське, Україна)

²Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубець НААН (Чубинське, Україна)

<https://orcid.org/0000-0003-2429-9361> – О. В. Сидоренко

<https://orcid.org/0000-0001-8261-9541> – С. В. Кузєбний

sloveniaukraina@oatlook.com

Розроблення комплексного підходу до аналізу ознак молочних порід степової зони України в аспекті їх загальної характеристики, а також їх угруповань з використанням узагальнюючих зведених показників.

В дослідженнях застосовано емпіричні методи одержання знань; теоретичний рівень дослідження присутній (визначає емпіричне в аспекті можливостей вивчення), але має підпорядковане значення. Аналіз особливостей формування комплексу селекційних ознак проводився з позиції стратегії популяційного підходу як методології використання статистичних методів досліджень. Група дочок окремого бугая-плідника виступає як елементарна одиниця комплексного аналізу.

Комплексний аналіз ґрунтується на результатах оцінки генетичних груп дочок окремих бугаїв-плідників, які дають цілісне уявлення про закономірності та сутнісні характеристики стад молочних порід і їх генофондів в цілому. Для створення певного рівня цілісності групи доцільно використати результати оцінки тварин за комплексом ознак, на основі єдиного показника, що значно робить оцінку простішою. Отримані результати досліджень свідчать про суттєві властивості молочних порід, що виражають установку на одержання узагальнюючих показників, що відображають центральну тенденцію організації генетичних структур бугаїв-плідників на осі значень ознак і відрізняються повною незалежністю від крайніх значень. Генофондні стада, породи формуються певною кількістю бугаїв-плідників, тому сумарний ефект від їхнього використання можна виразити через показники середніх величин.

Ключові слова: селекційні ознаки, оцінка за комплексом господарсько-корисних ознак, популяційно-генетичні параметри, українська чорно-ряба, голштинська, українська червоно-ряба, червона молочна породи

COMPREHENSIVE APPROACH TO THE ANALYSIS OF BIOLOGICAL AND PRODUCTIVE TRAITS OF DAIRY CATTLE BREEDS OF THE STEPPE OF UKRAINE

**M. Y. Chekhivsky¹, O. V. Sydorenko², S. V. Kuzebnyi¹, V. S. Pakholiuk¹, V. V. Kuzminsky¹,
N. V. Shvets²**

¹M. F. Ivanov Institute of Animal Husbandry of Steppe Regions "Askania-Nova" – National Scientific Center for Sheep Breeding of NAAS (Chubynske, Ukraine)

²Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

A comprehensive analysis of dairy breeds of the steppe zone of Ukraine in terms of their general characteristics, as well as their groupings using generalizing indicators. Empirical methods of obtaining knowledge were used in the studies; the theoretical level of research is

present (determines the empirical in terms of study possibilities), but has a subordinate value. The analysis of the features of the formation of a complex of breeding traits was carried out from the position of the population approach strategy as a methodology for using statistical research methods. A group of daughters of an individual bull-breeder acts as an elementary unit of comprehensive analysis.

The comprehensive analysis is based on the results of the assessment of genetic groups of daughters of individual bull-breeders, which give a holistic idea of the patterns and essential characteristics of factory herds of dairy breeds and their gene pools as a whole. To create a certain level of group integrity, it is advisable to use the results of the assessment of animals by a complex of traits, based on a single indicator, which significantly simplifies the assessment. The obtained research results indicate the essential properties of dairy breeds, which express the attitude towards obtaining generalizing indicators that reflect the central tendency of the organization of genetic structures of breeding bulls on the axis of trait values and are characterized by complete independence from extreme values. Gene pool herds, breeds are formed by a certain number of breeding bulls, therefore the total effect of their use can be expressed through the indicators of average values.

Keywords: breeding traits, assessment by a set of characteristics, population genetic parameters, Holstein, Ukrainian Black-and-White, Ukrainian Red-and-White, Ukrainian Red Dairy breeds

Вступ. В найбільш загальному значенні вибір проблеми полягає в накопиченні знань у сфері розведення і генетики молочної худоби в умовах посушливого клімату півдня України. Наразі подальший розвиток науки за напрямом розведення молочних порід потребує розширення знань в цій галузі. Тому знання про цілісні характеристики породних ресурсів молочних порід мають значний потенціал щодо більш повного розкриття механізму становлення їх якісної визначеності.

Однією з умов успішного розвитку молочного скотарства є якісне вдосконалення існуючих порід і типів на основі гнучкого реагування селекційних програм на сучасні умови ринку, що значною мірою визначає необхідний рівень рентабельності виробництва молока. Головну роль в цьому процесі відіграє оптимізація загальної системи племінної роботи на різних рівнях управління молочним скотарством і розробка найбільш об'єктивних критеріїв інтегральної оцінки племінної цінності тварин (Polupan et al., 2022).

Перевагою індексної селекції є те, що вона відкриває можливість отримати математичний (кількісний) вираз загальної племінної цінності тварини за великою кількістю ознак як її самої, так і її предків або потомків (Sydorenko et al., 2021; Voronenko et al., 2021).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створення сучасних методів генетичної оцінки тварин, які застосовуються в передових країнах з розвинутим молочним скотарством (США, Канада, Ізраїль, Західна Європа), було обумовлено необхідністю вирішення питань, пов'язаних з різноманітністю умов середовища, в яких продукують дочка бугаїв і нерівномірністю їх кількісного розподілу в розрізі цих умов (Danshyn, 2008).

Традиційні методи оцінки (насамперед метод “дочки-ровесниці”) не дозволяють одночасно скорегувати інформацію на паратипові та генотипові фактори і розрахувати племінну цінність тварин на основі теорії змішаних лінійних моделей, як теорії, яка дозволяє одержати об'єктивний результат оцінки в цих умовах.

Результатом використання цієї теорії є створення методу BLUP – найкращого лінійного незмішаного передбачення, який набув найбільш широкого застосування в оцінці генетичної цінності тварин.

Завдяки суттєвим особливостям моделей, створених на основі даного методу, визначаються напрями оцінки племінної цінності.

Узагальнюючий огляд світового досвіду показує, що в одних країнах (за методологією BLUP) застосовують «Модель плідника», яка реалізується в трьох своїх варіантах: «Модель

плідника» з включенням фіксованих ефектів (наприклад, стадо, вік); «Модель плідника» з включенням генетичних груп і фіксованих ефектів (наприклад, окремі групи бугаїв за походженням); «Модель плідника» з включенням генетичних груп і фіксованих ефектів для даних, що повторюються (наприклад, кожен плідник може мати кілька груп дочок в різних стадах).

В інших країнах застосовують «Модель батька – Батька-матері» і «Модель батька-матері» – моделі, які ґрунтуються на різних допущеннях.

Окремим напрямом оцінки племінної цінності стає створення «Моделі тварин» («Animal Model»), що передбачає використання усіх джерел інформації про селекційні ознаки як за власною продуктивністю, так й за походженням. Дана модель включає 7 варіантів, які відображають специфічні сторони оцінювання.

Особливим напрямом оцінки племінної цінності (в сучасних умовах) виступає геномна оцінка, яка базується на аналізі ДНК і, тим самим, забезпечує високу точність і надійність передбачення.

В США розробляється метод для розрахунку традиційної і геномної оцінки племінної цінності єдиною процедурою.

У країнах розвинутого молочного скотарства умови оцінки племінної цінності тварин супроводжуються низкою обставин, а саме:

- дані продуктивних і біологічних ознак враховуються незалежними організаціями і обробляються в одному комп'ютерному центрі та контролюються як ними, так й асоціаціями порід та державними органами. В Англії – Центр збору даних в молочному скотарстві (DCT), в Німеччині – Союз розведення німецької чорно-рябої худоби (VDS), в Ізраїлі – Асоціація тваринників Ізраїлю (ICBA), в США – Асоціація наукових розробок (ADSA), в Канаді – Канадська корпорація по обліку племінних тварин. Дані організації забезпечують повноту і точність даних, реєстрацію родоводу, а також вибір моделей оцінки племінної цінності на національному рівні, які можуть відрізнятися в різних країнах. Так, в одних країнах акцент робиться на тривалості продукування дочок бугаїв (Голландія), в інших (Німеччина) – найбільша вага (45%) приділяється компонентам молока – в індексі племінної цінності «жир-білок» об'єднуються у відношенні 1:4;

- у зв'язку із прийнятою стратегією розведення в країнах Заходу оплата молока здійснюється за його компонентами, особливо за білком;

- інтенсифікація міжнародної торгівлі племінною продукцією привела до необхідності розробки методів порівняння оцінок генетичної цінності тварин, здійснених в різних країнах. У зв'язку з цим в 1983 р. Європейська асоціація по тваринництву, Міжнародна молочна федерація і Міжнародний комітет по обліку в тваринництві при підтримці ФАО заснували міжнародну службу по оцінці бугаїв – INTERBULL. Однією із головних задач INTERBULL є регулярне проведення міжнародної оцінки генетичної цінності бугаїв-плідників за відповідними даними національних оцінок за цілком визначними методами порівняння – рівняння конверсії і MACE.

Таким чином, огляд дозволяє зробити ряд практичних висновків.

1. Найбільша чисельність тварин, що оцінюється в світі, належить до голштинської породи і саме вона зазнає найбільш швидких генетичних змін. Щорічне генетичне збільшення білка, як суттєвої ознаки селекції, становить більше 1%. Це досягається за рахунок бугаїв-плідників як в США, так і в країнах, що розводять голштинів або їх похідні породи, хоча мета селекції у них різна.

2. Використання незначної кількості видатних бугаїв у високопродуктивних породах привело до зростання інбридингу в стадах і збільшення ефективної величини популяції. Стратегії, спрямовані на збереження достатнього різноманіття в породах та уповільнення темпів зростання інбридингу, знаходяться в розробці. Розглядаються питання застосування нових репродуктивних технологій (визначення статі, клонування тощо), аналізу ДНК, схре-

щування. Тим не менше основним методом покращення лишаються традиційні методи селекції.

3. Для країн Заходу характерний високий рівень організації процесу і високий рівень загальної культури розведення тварин – від збору даних в стадах молочних порід до створення асоціацій порід в середині країни, а також міжнародних організацій.

4. У майбутньому генетичні системи оцінки стануть більш точними і надійними за рахунок вдосконалення моделювання та застосування молекулярних маркерів. Це може привести до зміни структури генетичних програм поліпшення порід комерційними фірмами.

5. У практичному тваринництві успіх племінної роботи в значній мірі залежить від можливості оцінки середнього ефекту вибірки генів (загальна племінна цінність), які передаються із покоління в покоління. Відомо, що загальна племінна цінність залежить від адитивного ефекту голів в популяціях тварин в найрізноманітніших комбінаціях, що в остаточному підсумку обумовлює вибір методу оцінки.

Мета дослідження – становлення комплексного підходу до аналізу генетичних ресурсів молочних порід та їх складових (генотипових утворень) в аспекті цілісного розгляду.

Постановка завдань: 1. Характеристика молочних порід за комплексом продуктивних, біологічних ознак та їх селекційно-генетичних особливостей як встановлення концептуальної основи до подальших досліджень.

2. Комплексний підхід до аналізу генофондів і їх генотипових утворень як конкретних цілісностей молочних порід.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження виконані способом ретроспективного розгляду даних первинного зоотехнічного та племінного обліку господарств з розведення тварин голштинської, української червоно-рябої, української чорно-рябої, та української червоної молочних порід великої рогатої худоби: ПЗ «Асканійське», ПЗ «Дніпро», ПЗ «Колос», ПЗ «Зоря» на загальному поголів'ї понад 1000 корів.

Предметна область дослідження – ресурси молочних порід в аспекті їх окремих генофондів та генотипових утворень. Перш за все це елементарні об'єкти – окремі тварини молочних стад, групи дочок бугаїв – плідників, генофонди окремих порід, а також їх властивості, відношення і функції, що розглядаються в дослідженні.

Становлення – поняття для позначення акту набуття породними ресурсами властивості цілісності, яка проявляється через використання в аналізі комплексного підходу. Це дає можливість розкрити механізм утворення нової якості в її генетичному зв'язку з старою шляхом використання тієї чи іншої системи підбору пар у молочному стаді, а саме зменшувати (збільшувати) ступінь гомозиготності. Становлення виступає як один із моментів виникнення нового стану.

Комплексний підхід розглядає генофонди молочних порід і їх генотипові утворення як окремі цілісності, що відображають визначену завершеність відповідного формату, утворення і її внутрішню єдність, відносну автономність у вирішенні певних задач і їх якісну своєрідність, що зумовлена характерними властивостями для того чи іншого утворення.

Аналіз породних ресурсів розглядається як основоположний метод дослідження, який передбачає їх розчленування на складові частини: генетичні ресурси на окремі генофонди молочних порід; генофонди на генотипові групи дочок окремих бугаїв-плідників. Потім розглядається кожний вид поділу відповідно до показників: опису, оцінки і центральної тенденції. Група дочок окремого бугая-плідника використовується в якості елементарної одиниці аналізу динамічного ряду ознак в шкалі комплексної оцінки молочної худоби.

В дослідженнях застосовано емпіричні методи одержання знань; теоретичний рівень дослідження присутній (визначає емпіричне в аспекті можливостей вивчення), але має підпорядковане значення (Ohurtsov, 2008).

Аналіз особливостей формування комплексу селекційних ознак проводиться з позиції стратегії популяційного підходу як методології використання статистичних методів досліджень (Johansson at al., 1966).

Результати досліджень. Характеристика молочних порід за комплексом продуктивних, біологічних ознак та їх селекційно-генетичних особливостей як встановлення концептуальної основи до подальших досліджень.

Вік першого осіменіння первісток української червоно-рябої молочної породи становить 22,9 міс., тривалість сервіс- та міжотельного періодів 133,9 та 410,3 днів відповідно, коефіцієнт відтворювальної здатності – 0,929, а вихід телят – 90,8%. Надій за 305 днів першої лактації становив 4931 кг з вмістом жиру в молоці 3,86% та виходом молочного жиру 190,8 кг.

Молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи за першу і третю лактацію відповідно становить: 7594 кг і 7967 кг за надоем і 295 кг і 344 кг за молочним жиром, а також 245 кг і 263 кг за білком. Тривалість лактації в середньому складає 369 днів і залежить в більшій мірі від того, коли корови знову стають тільними. Відмічено, що маса молочного жиру і білка корелює з кількістю надоеного молока ($r = 0,89$). Тварини української чорно-рябої молочної породи характеризувалися меншим віком першого осіменіння – на 2,1 міс. ($p < 0,001$).

Вік першого осіменіння корів голштинської породи становить 21,0 міс., тривалість сервіс- та міжотельного періодів 125,5 та 400,6 днів відповідно, коефіцієнт відтворювальної здатності – 0,949, вихід телят – 92,5%. Надій за 305 днів першої лактації становить 5780 кг з вмістом жиру в молоці 3,91% та виходом молочного жиру 220,0 кг.

Тварини української червоної молочної породи при поглинальному схрещуванні мали вік першого осіменіння на рівні 18,4 міс., тривалість сервіс- та міжотельного періодів 145,6 та 421,2 днів відповідно, коефіцієнт відтворювальної здатності – 0,907, вихід телят – 88,7%. Надій за 305 днів першої лактації становить 6021 кг з вмістом жиру в молоці 3,85% та виходом молочного жиру 231,7 кг.

Оцінку типу будови тіла корів було проведено за 100-бальною шкалою. У середньому загальна оцінка екстер'єру тварин української червоно-рябої молочної породи становить 90,5 балів «відмінно», української чорно-рябої молочної породи – 88,3 «дуже добре», української червоної молочної породи – 95,9 «відмінно» та голштинської – 90,5 «відмінно».

За різних методів розведення у корів української червоно-рябої молочної породи загальна оцінка екстер'єру не змінюється і становить 90,0–90,1 балів. Значних змін в оцінці також не встановлено у тварин української чорно-рябої молочної породи – 87,8–88,3 балів та української червоної молочної породи – 94,7–96,0 балів. Отже, тварини досліджуваних порід за чистопородного розведення або поглинального схрещування не мають суттєвих відмінностей у розвитку статей екстер'єру.

Проаналізовано рівень мінливості показників екстер'єру корів, отриманих від різних бугаїв-плідників.

Серед тварин української червоно-рябої молочної породи найвищими загальними оцінками характеризуються дочки бугаїв-плідників Вініпуха 5567 (93,2), Іртиша 7228 (93,3) та Ерудита 7306 (94,3), а найменшими дочки бугаїв Арудольфа 5690 (87,8), Каденца 99427 (88,0), Квартета 22 (89,8), Романа 86883 (89,6) та Тумпі 67468 (88,9). Загальна оцінка типу будови тіла корів, отриманих від інших плідників, становить від 90,0 (Біггер 13684, Більбао 22867) до 92,9 балів (Сібріз 2418).

Корови української чорно-рябої молочної породи, батьки яких були бугаї Акорд 2657 та Латурі 92585 мали найвищі показники загальної оцінки за екстер'єром (91,3–91,4). Найнижча оцінка була у дочок бугая Арона 2671 (84,7). Дочки інших плідників мали оцінку від 86,6 (Ботан 90359) до 90,2 балів (Ізюм 1745).

Найвищою загальною оцінкою типу будови тіла характеризуються корови української червоної молочної породи, які були отримані від бугаїв Буркуна 4617 (100), Лупулина 112627713 (100) та Інжира 2431896 (100), а найменші бали були у дочок бугаїв Радіста 509 (84,0) та Дрездена 10595084 (87,0).

Серед корів голштинської породи найвища загальна оцінка будови тіла була у дочок бугая-плідника Альтаріка 5778 (91,5), а найменші бали були у корів, отриманих від бугая Каденца 99427 (89,0).

Встановлено силу впливу бугаїв-плідників на тип будови тіла корів. Так, у стаді української червоно-рябої молочної породи цей вплив становить 0,271; української чорно-рябої молочної породи – 0,149; української червоної молочної породи – 0,174 та голштинської породи – 0,231.

Характерною особливістю стад корів даних порід стало те, що одержана висока кореляція ($r = 0,9$) між продуктивністю протягом перших трьох місяців лактації і продуктивністю за весь період лактації, що свідчить про високий рівень інтенсивності молочної продуктивності за цей період. Оцінка інтенсивності молочної продуктивності поєднана з похибкою, якщо контроль проводиться один раз за місяць – ця похибка складає 3% за надоем і 3,5% для кількості молочного жиру. У зв'язку з цим можна вважати, що 95% всіх контрольних результатів відхиляється від дійсної величини більше ніж на 6,5%.

У загальному тривалість продуктивного життя корів даних порід становить три отелення, максимальною продуктивність характерна для другого отелення, а потім знижується. Між віком першого отелення і рівнем продуктивності за першу лактацію існує певна залежність – чим більший вік першого отелення, тим вища продуктивність.

Короткий інтервал між отеленнями обумовлює зниження молочної продуктивності як за найближчу лактацію, так і в наступну; оптимальний інтервал між отеленнями складає 15 місяців, що дозволяє одержувати найвищу середньорічну продуктивність.

Тривалість періоду сухостою тісно корелює з інтервалом між отеленнями: короткий інтервал між отеленнями тісно пов'язаний з коротким періодом сухостою (знижує молочну продуктивність за наступну лактацію).

Коефіцієнт успадкування молочної продуктивності і молочного жиру (визначений методом «мати-дочка») відповідно склав 0,31 і 0,46. Одержані дані за цими показниками свідчать про незначну різницю між їх коефіцієнтами повторюваності і успадкування (0,3–0,4). Це вказує на те, що в межах системи добору за попередні періоди генетична мінливість зазначених ознак обумовлена головним чином адитивно-генетичною цінністю такої ознаки як молочна продуктивність і визначається як адитивний ефект всіх генів, які впливають на неї.

Аналіз живої маси досліджуваних телиць у шестимісячній динаміці показує, що тварини української червоно-рябої молочної породи у 6- та 12-ти місячному віці мали вищі показники у порівнянні з ровесницями української чорно-рябої молочної, української червоної молочної та голштинської порід. Так, у 6 місяців перевага становила від 1,7 до 25,3 кг ($p < 0,001$), 12 місяців – від 1,2 до 36,3 кг ($p < 0,001$). У 18 місяців більшу живу масу мали телиці голштинської породи – на 4,5–55,1 кг ($p < 0,001$). Найменшою живою масою у всі вікові періоди характеризувалися телиці української червоної молочної породи. Кратність збільшення живої маси телиць досліджуваних порід була приблизно на одному рівні (6 міс. – 5,2–5,6; 12 міс. 9,0–9,6; 18 міс. – 12,5–13,4 разів).

Вищі абсолютні, середньодобові та відносні прирости у період 0–6 міс. мають телиці української червоно-рябої молочної породи, які переважали тварин інших порід на 2,4–20,7 кг ($p < 0,05$; $p < 0,001$), 13,4–115,4 г ($p < 0,05$; $p < 0,001$) та 0,9–4,0% ($p < 0,001$) відповідно. У 6–12 міс. кращими за врахованими приростами були телиці української чорно-рябої молочної породи (абсолютні – на 4,4–15,9 кг, $p < 0,01$; $p < 0,001$; середньодобові – на 24,0–88,3 г, $p < 0,01$; $p < 0,001$; відносні – на 0,6–3,1%, $p < 0,01$). У 12–18 міс. телиці голштинської породи мали вищі абсолютні прирости – на 3,7–19,9 кг ($p < 0,05$; $p < 0,001$), середньодобові – на 21,1–111,0 г ($p < 0,05$; $p < 0,001$) та відносні – на 1,0–2,2% ($p < 0,05$; $p < 0,01$).

За напругою росту у період від народження до 6 міс. перевагу мали телиці української червоно-рябої молочної та української червоної молочної порід – на 15,1–37,4% ($p < 0,01$; $p < 0,001$), з 6- до 12-ти місячного віку перевагу мали телиці української червоної молочної

породи – на 0,7–6,9% ($p < 0,001$), з 12- до 18-ти місячного віку перевагу мали тварини голштинської породи – на 1,5–3,5% ($p < 0,05$; $p < 0,001$).

Найбільш інтенсивно формування живої маси відбувалося у телиць української червоно-рябої молочної породи (87,9%), а найповільніше у тварин української чорно-рябої молочної породи (80,8%).

При чистопородному розведенні телиці голштинської породи мали вищі показники живої маси (у 6 міс. – на 7,1–14,0 кг, $p < 0,001$; 12 міс. – на 1,7–27,3 кг, $p < 0,001$ та 18 міс. – на 5,1–45,5 кг, $p < 0,001$). Меншою живою масою характеризувалися телиці української червоної молочної породи.

Також, телиці голштинської породи у різні вікові періоди відзначалися вищими абсолютними, середньодобові та відносні приростами – на 0,7–42,5 кг ($p < 0,01$; $p < 0,001$), на 4,0–100,7 г ($p < 0,01$; $p < 0,001$), на 0,5–6,8% ($p < 0,05$; $p < 0,001$).

При поглинальному схрещуванні тварини української червоно-рябої молочної породи (УЧер $\times$ Г) мали більшу живу масу (6 міс. – на 6,6–19,0 кг, $p < 0,01$; $p < 0,001$; 12 міс. – на 7,7–26,1 кг, $p < 0,05$; $p < 0,01$; 18 міс. – на 6,8–44,5 кг $p < 0,01$). Перевага за абсолютними приростами у деякі періоди становила 1,1–43,8 кг ($p < 0,001$), середньодобовими – 5,7–103,9 г ($p < 0,001$), відносними – 1,8–4,9% ($p < 0,05$; $p < 0,01$).

В степовій зоні України створені ресурси молочних порід: голштинської, українських чорно-, червоно-рябих та червоної порід з продуктивністю 7906, 7486, 6100, 7759 кг за першу лактацію та відповідно 8719, 7747, 7142, 7198 кг за третю лактацію як середній термін продуктивного використання. Породи характеризуються можливістю подальшого зростання продуктивності – в стадах молочних порід розводять тварин з продуктивністю понад 10000 кг молока і більше.

Комплексний підхід до аналізу генофондів і їх генотипових утворень як конкретних цілісностей молочних порід.

Комплексний аналіз в своїй основі ґрунтується на русі групової генетичної інформації, яка проявляється в різноманітності ознак генотипових утворень (угруповань дочок окремих бугаїв-плідників).

Упорядкована групова генетична інформація групи дочок бугая-плідника набуває форму шкали – системи змінних чисел відповідних ознак. Кожна ознака в шкалі набуває форму динамічного ряду значень.

Базова лінійна модель комплексної оцінки групи дочок окремого бугая-плідника має такий загальний вигляд:

$$Y_i = b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_n x_{in} + e_i,$$

де Y_i – спостереження; $b_1, b_2, \dots, b_n$ – параметри моделі; e_i – залишок (випадкове відхилення) i -ого спостереження; $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$ – ознаки як перемінні, що чинять вплив на спостереження.

При комплексній оцінці групи тварин враховується декілька ознак об'єкта досліджень. Оцінка ознак здійснюється за таким алгоритмом:

1. Фактичне значення головної селекційної ознаки «Молочна продуктивність», кг;
 - оцінка ознаки «Молочна продуктивність», бал;
 - модальне значення ознаки, кг;
 - ваговий коефіцієнт значимості головної селекційної ознаки (селекційна напруга): фактичне/модальне значення;
 - надій з урахуванням коефіцієнта значимості, надій $\times$ коефіцієнт значимості, кг;
 - загальна оцінка ознаки з урахуванням коефіцієнта значимості, бал.
2. Фактичне значення ознаки «Молочний жир», кг;
 - оцінка значення «Молочний жир», бал;
 - модальне значення, кг;
 - ваговий коефіцієнт значимості селекційної ознаки (селекційна напруга): фактичне/модальне значення;

- молочний жир з урахуванням коефіцієнта значимості, молочний жир $\times$ коефіцієнт значимості, кг;
- загальна оцінка ознаки з урахуванням коефіцієнта значимості, бал.
- 3. Фактичне значення ознаки «Молочний білок», кг;
 - оцінка значення «Молочний білок», бал;
 - модальне значення, кг;
 - ваговий коефіцієнт значимості селекційної ознаки (селекційна напруга): фактичне/модальне значення;
 - молочний білок з урахуванням коефіцієнта значимості, молочний білок $\times$ коефіцієнт значимості, кг;
 - загальна оцінка ознаки з урахуванням коефіцієнта значимості, бал.
- 4. Фактичне значення ознаки «Жива маса» корів, кг;
 - оцінка значення «Жива маса» корів, бал;
 - модальне значення, кг;
 - ваговий коефіцієнт значимості селекційної ознаки (селекційна напруга): фактичне/модальне значення;
 - жива маса корів з урахуванням коефіцієнта значимості, жива маса корів $\times$ коефіцієнт значимості, кг;
 - загальна оцінка ознаки з урахуванням коефіцієнта значимості, бал.
- 5. Фактичне значення ознаки «Жива маса» телиць у віці 18 міс., кг;
 - оцінка значення «Жива маса» телиць у віці 18 міс., бал;
 - модальне значення, кг;
 - ваговий коефіцієнт значимості селекційної ознаки (селекційна напруга): фактичне/модальне значення;
 - жива маса телиць з урахуванням коефіцієнта значимості, жива маса телиць $\times$ коефіцієнт значимості, кг;
 - загальна оцінка ознаки з урахуванням коефіцієнта значимості, бал.
- 6. Фактичне значення ознаки «Жива маса» телиць при першому осіменінні, кг;
 - оцінка значення «Жива маса» телиць при першому осіменінні, бал;
 - модальне значення, кг;
 - ваговий коефіцієнт значимості селекційної ознаки (селекційна напруга): фактичне/модальне значення;
 - жива маса телиць при першому осіменінні з урахуванням коефіцієнта значимості, жива маса телиць при першому осіменінні $\times$ коефіцієнт значимості, кг;
 - загальна оцінка ознаки з урахуванням коефіцієнта значимості, бал.
- 7. Фактичне значення ознаки «Висота в холці», см;
 - оцінка значення «Висота в холці», бал;
 - модальне значення, см;
 - ваговий коефіцієнт значимості селекційної ознаки (селекційна напруга): фактичне/модальне значення;
 - висота в холці з урахуванням коефіцієнта значимості, висота в холці $\times$ коефіцієнт значимості, см;
 - загальна оцінка ознаки з урахуванням коефіцієнта значимості, бал.
- 8. Фактичне значення ознаки «Довжина тулуба» (ДТ), см;
 - оцінка значення «Довжина тулуба» (ДТ), бал;
 - модальне значення, см;
 - ваговий коефіцієнт значимості селекційної ознаки (селекційна напруга): фактичне/модальне значення;
 - довжина тулуба з урахуванням коефіцієнта значимості, довжина тулуба $\times$ коефіцієнт значимості, см;
 - загальна оцінка ознаки з урахуванням коефіцієнта значимості, бал.

9. Фактичне значення ознаки «Глибина грудей», см;

- оцінка значення «Глибина грудей», бал;
- модальне значення, см;
- ваговий коефіцієнт значимості селекційної ознаки (селекційна напруга): фактичне/модальне значення;
- глибина грудей з урахуванням коефіцієнта значимості, глибина грудей $\times$ коефіцієнт значимості, см;
- загальна оцінка ознаки з урахуванням коефіцієнта значимості, бал.

З використанням зазначеного алгоритму формується матриця шкали (сукупність математичних величин, певним способом розміщених у прямокутній таблиці) з комплексної оцінки груп тварин за рядом ознак (таблиця).

В своїх дослідженнях авторами використано багатоаспектний аналіз. Тому глибина і характер аналітичного вивчення генофондів молочних порід та їх генотипових утворень залежить від виду їх перетворень, що враховує аналіз динамічних рядів за кожною ознакою в групі, а також групи і генофонду в цілому.

Аналіз динамічних рядів включає визначення середньої спадкової здатності особин в групі і відповідає середньому значенню ознаки в оптимальних для цього умовах; відмінності особин за спадковою обумовленістю ознаки в групі і, крім того, за спадковим впливом на розвиток ознаки в нащадків; розподіл особин в групі (структура) за здатністю мати сильний або середній, або слабкий розвиток ознаки і, крім того, за здатністю давати краще, середнє і гірше потомство.

Генофонд як цілісність володіє низкою властивостей, найбільш істотними з яких є: наявність взаємозв'язку між окремими генотиповими утвореннями, що формують структуру генофонду; упорядкованість як система сукупності даних утворень, взаємозв'язаних таким способом, що виникає певна цілісність. Узагальнюючим показником цілісності породи (або інших породних утворень) виступає комплексна оцінка відповідних ознак у балах.

Шкала динамічних рядів з комплексної оцінки продуктивних і біологічних ознак та їх мінливості

№ з/п	Динамічні ряди ознак	Класова мінливість варіації ознак, виражена в балах									
		1	2	3	4	5	6 (мода)	7	8	9	10
1.	Надій за 305 днів лактації, кг	5000 і <	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500 і >
2.	Молочний жир, кг	192 і <	212	231	250	269	290	308	327	346	365 і >
3.	Молочний білок, кг	162 і <	179	195	211	227	245	260	276	292	309
4.	Жива маса корів, кг	555 і <	565	575	585	595	610	620	630	640	650
5.	Жива маса телиць у віці 18 міс., кг	360 і <	372	384	396	408	430	442	454	462	480
6.	Жива маса телиць при першому осіменінні, кг	320 і <	330	340	350	360	370	380	390	400	420
7.	Висота в холці, см	135 і <	135,5	136	136,5	137	138	138,5	139	139,5	140
8.	Коса довжина тулуба, см	155 і <	155,5	160,5	165	166	170	172	173	174	175
9.	Глибина грудей, см	70 і <	70,5	71	71,5	72	72,5	73,5	73,5	74	75
10.	Обхват грудей, см	190 і <	191	192	193	194	195	196	197	198	200

Основними показниками комплексного підходу до аналізу використовуються типи середніх величин, що визначають показники центральної тенденції (середня арифметична, мода). Застосовується також середня геометрична як показник, що визначає темпи змін, що відбуваються в породі.

Висновки. 1. Результати комплексного аналізу розведення молочної худоби в степовій зоні України, для якої характерні екстремальні умови посушливого, спекотного, різкоконтин-

ментального клімату, показують, що при нестабільній кормовій базі сформовані породні ресурси молочних порід, здатних реалізувати свій генетичний потенціал продуктивності.

2. Результати комплексного аналізу породних ресурсів молочних порід степової зони України дають уявлення про основні властивості, що відображають загальні, характерні та специфічні особливості молочних порід і формують засади до подальшого їх застосування при продовженні зазначених наукових досліджень.

3. Комплексний підхід до аналізу молочних порід великої рогатої худоби визначає таку форму наукових знань, що дає цілісне уявлення про закономірності та сутнісні характеристики окремих груп та генофондів порід. Для одержання точних і лаконічних кількісних характеристик необхідне обчислення узагальнюючих показників, які відображають центральну тенденцію формування генетичної структури на осі значень ознак і відрізняються повною незалежністю від крайніх значень.

4. Становлення комплексного підходу до аналізу генетичних ресурсів молочних порід передбачає їх умовне розчленування на цілісні утворення і розгляд кожного з них окремо.

5. Комплексний підхід до аналізу породних ресурсів визначає розгляд їх як трьохрівневу цілісність: початковий елементарний рівень – група дочок окремого бугая-плідника, наступний рівень – групи динамічних рядів ознак і, нарешті, рівень генофонду певної породи – розглядається як угруповання динамічних рядів.

6. Упорядкована групова генетична інформація набуває форму шкали – системи змінних чисел, прийнятих для оцінки ознак. Кожна ознака в шкалі приймає форму динамічного ряду значень.

REFERENCES

- Polupan, Yu. P., Kostenko, O. I., Ruban, S. Yu., Yefimenko, M. Ya., Kovalenko, H. S., Biriukova, O. D., Basovskyi, D. M., Pryima, S. V., & Podob, Yu. V. (2020). *Vitchyzniani dosvid z pidboru buhaiv do matochnoho poholiv'ia u molochnomu skotarstvi* [Domestic experience in selecting bulls for mother herds in dairy farming]. *Ahrarna nauka*. [In Ukrainian].
- Sydorenko, O. V., Voitenko, S. L., Polupan, Yu. P., Vyshnevskyi, L. V., Porkhun, M. H., Pryima, S. V., & Ilnytska, T. Ye. (2021). *Otsinka hospodarsky korysnykh oznak velykoi rohatoi khudoby molochnykh i molochno-miasnykh porid* [Evaluation of economically useful traits of cattle of dairy and milk-meat breeds]. *Astraia*. [In Ukrainian].
- Voronenko, V. I., Polska, P. I., & Kudryk, N. A. (2021). *Henofondy tvaryn askaniiskoi selektsii* [Gene pools of animals of Askanian selection]. *Oldi Plius*. [In Ukrainian].
- Danshyn, V. A. (2008). *Otsenka henetycheskoi tsennosti zhyvotnykh* [Evaluation of the genetic value of animals]. *Ahrarna nauka*. [In Ukrainian].
- Ohurtsov, A. N. (2008). *Osnovy nauchnykh znaniy* [Foundations of scientific knowledge]. NTU "KHPI".
- Johansson, I., Rendel, J., Gravert, H. O. (1966). *Haustiergenetik und Tierzüchtung*. Verlag Paul Parey.

Одержано редколегією 05.07.2025 р.

Прийнято до друку 21.08.2025 р.

СПИСОК АВТОРІВ

- Басовський Дмитро Миколаєвич**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Бельченко Анастасія Сергіївна**, аспірантка, Сумський національний аграрний університет
- Бірюкова Ольга Дмитрівна**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Бойко Олена Андріївна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Харківський національний університет
- Бордун Олександр Миколайович**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН
- Бородай Ірина Сергіївна**, доктор історичних наук, професор, Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН
- Була Людмила Валер'янівна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Сумський національний аграрний університет
- Вдовиченко Юрій Васильович**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент НААН, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Вечорка Вікторія Вікторівна**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Сумський національний аграрний університет
- Вінтонів Микола Андрійович**, здобувач освітньо-наукового ступеня доктор філософії, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Войтенко Світлана Леонідівна**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН
- Гарник Людмила Петрівна**, кандидат політичних наук, старший науковий співробітник, Державна дослідна станція птахівництва Інституту тваринництва НААН
- Герман Дар'я Марківна**, Сумський селекційний центр
- Голубчик Денис Сергійович**, Інститут продовольчих ресурсів НААН
- Григорчук Інна Дмитрівна**, кандидат біологічних наук, доцент, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
- Даниленко Світлана Григорівна**, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, Інститут продовольчих ресурсів НААН
- Даншин Віктор Олександрович**, кандидат сільськогосподарських наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України
- Дєдова Людмила Олексіївна**, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Джус Павлина Петрівна**, кандидат біологічних наук, старший дослідник, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Єгорченкова Софія Валеріївна**, Сумський національний аграрний університет
- Жукорський Остап Мирославович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Зелінка Марія Петрівна**, здобувачка освітньо-наукового ступеня доктор філософії, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Ільницька Тетяна Євгеніївна**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Ільченко Марія Олександрівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Полтавський державний аграрний університет
- Катеринич Олег Олександрович**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Державна дослідна станція птахівництва Інституту тваринництва НААН
- Коваленко Григорій Самійлович**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

- Ковтун Світлана Іванівна**, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Козак Андрій Богданович**, аспірант, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького
- Комар Тетяна Володимирівна**, Державна дослідна станція птахівництва Інституту тваринництва НААН
- Копилова Катерина Вячеславівна**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Копилов Кирило Вячеславович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Кравченко Оксана Іванівна**, кандидат філософських наук, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Кругляк Андрій Петрович**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Кругляк Тетяна Олексіївна**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Кузедна Наталія Миколаївна**, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Кузедний Сергій Володимирович**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут тваринництва степових районів імені М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» – Національного наукового селекційно-генетичного центру з вівчарства
- Кузів Маркіян Ігорович**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут біології тварин НААН
- Кузів Наталія Михайлівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут біології тварин НААН
- Кузьменко Анна Олександрівна**, студентка, Національний університет біоресурсів і природокористування України
- Кузьмінський Віктор Валентинович**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут тваринництва степових районів імені М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» – Національного наукового селекційно-генетичного центру з вівчарства
- Кулібаба Роман Олександрович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України
- Кулібаба Світлана Вікторівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Кучер Сергій Дмитрович**, здобувач наукового ступеня доктор філософії, Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН
- Кучкова Тетяна Павлівна**, Сумський національний аграрний університет
- Ладика Володимир Іванович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Сумський національний аграрний університет
- Лесик Оксана Богданівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільськогосподарства Карпатського регіону НААН України
- Лесняк Юрій Іванович**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
- Лук'янець Алла Сергіївна**, аспірант, Інститут продовольчих ресурсів НААН
- Лухтай Олександр Петрович**, аспірант, Національний університет біоресурсів і природокористування України
- Любинський Олександр Іванович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
- Любінська Людмила Григорівна**, доктор біологічних наук, доцент, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Ляшенко Юрій Володимирович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут тваринництва НААН

Мазур Наталія Петрівна, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького

Маковійчук Світлана Дмитрівна, Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України

Мелешко Анатолій Олександрович, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Мельник Юрій Федорович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Михалко Олександр Григорович, доктор філософії, доцент, Сумський національний аграрний університет

Никитюк Юрій Анатолійович, доктор економічних наук, професор, Поліський національний університет

Пакуляк Андрій Юрійович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Пахолюк Віталій Степанович, Інститут тваринництва степових районів імені М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» – Національного наукового селекційно-генетичного центру з вівчарства

Полупан Наталія Леонідівна, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Полупан Юрій Павлович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Помітун Іван Андрійович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Інститут тваринництва НААН

Помітун Ларіса Іванівна, Інститут тваринництва НААН

Пономарьов Юрій Андрійович, аспірант, Сумський національний аграрний університет

Похивка Марія Василівна, Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України

Прийма Сергій Володимирович, доктор філософії, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Проскура Ірина Василівна, аспірант, Інститут тваринництва НААН

Рубан Сергій Юрійович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Себа Микола Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сидоренко Олена Василівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Скляренко Юрій Іванович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН

Стадницька Ольга Ігорівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

Сябро Альона Сергіївна, доктор філософії, Полтавський державний аграрний університет

Татушко Микола Сергійович, здобувач освітньо-наукового ступеня доктор філософії, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Фасоля Варвара Іванівна, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Федорович Віталій Васильович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут біології тварин НААН

Федорович Єлизавета Іллівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Інститут біології тварин НААН

Халак Віктор Іванович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Державна установа «Інститут зернових культур НААН»

Хмельничий Леонтій Михайлович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Сумський національний аграрний університет

Хоменко Марина Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Чернега Олександр Сергійович, здобувач освітньо-наукового ступеня доктор філософії, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Черняк Назарій Сергійович, здобувач освітньо-наукового ступеня доктор філософії, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Чехівський Михайло Йосипович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут тваринництва степових районів імені М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» – Національного наукового селекційно-генетичного центру з вівчарства

Швед Віталій Володимирович, аспірант, Сумський національний аграрний університет

Швець Наталія Володимирівна, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

Щербак Оксана Василівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**РОЗВЕДЕННЯ І ГЕНЕТИКА
ТВАРИН**

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у 1970 р.

Випуск

70

Комп'ютерна верстка та макетування: Н. В. Швець

Підписано до друку 22.08.2025 р.
Формат 84 × 60/8. Папір офсетний.
Друк офсетний. Гарнітура Time New Roman.
Умов. друк. арк. 20,2 Обл.-вид. арк. 15,2
Наклад 100 прим. Зам. № 2208/2025

Видавництво ЛІРА-К
сайт: lira-k.com.ua
e-mail: zv_lira@ukr.net