

ISSN 2707-1162 (online)
ISSN 2707-1154 (print)

**АГРАРНИЙ ВІСНИК
ПРИЧОРНОМОР'Я**

**AGRARIAN BULLETIN OF
THE BLACK SEA LITTORAL**

SCIENTIFIC JOURNAL

ISSUE 115

ODESA, 2025

АГРАРНИЙ ВІСНИК ПРИЧОРНОМОР'Я

Відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України № 886 від 02.07.2020 р. входить до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б»).

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 24151-13991 від 11.10.2019 року.

Внесено до реєстру суб'єктів у сфері медіа за № R30-04716 рішенням від 23.05.2024.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Голова редакційної колегії

Михайло БРОШКОВ (Україна)

Заступник голови

Руслан СУСОЛ (Україна)

Заступник голови

Юрій БОЙКО (Україна)

Технічний редактор

Володимир КУШНІР (Україна)

Члени редакційної колегії

Олена БЕЗАЛТИЧНА (Україна)

Павло ВАЩЕНКО (Україна)

Андрій ГЕТЯ (Україна)

Руслан ДУБІН (Україна)

Леонід КОРНІЄНКО (Україна)

Вадим ЛИХАЧ (Україна)

Василь МАЧУК (Румунія)

Людмила НАЛИВАЙКО (Україна)

Антон ПИСКУН (Україна)

Катерина РОДІОНОВА (Україна)

Марина РОМАНЬКО (Україна)

Артем САЄНКО (Україна)

Марина СКРИПКА (Україна)

Марина СКРИПКА

Наталія СУМАКОВА

Людмила ТАРАСЕНКО (Україна)

Віталій УХОВСЬКИЙ

Марія ХІМІЧ

Олександр ЦЕРЕНІЮК (Україна)

Ольга ЧЕЧЕТ (Україна)

Іван ЯЦЕНКО (Україна)

Erdal MATUR (Туреччина)

Sinem Özlem Enginler (Туреччина)

Рекомендовано Вченою радою Одеського державного аграрного університету (Протокол №10 від 26.06.2025).

Засновник:

Одеський державний аграрний університет,
вул. Канатна, 99, м. Одеса, Україна, 65039
тел. +380487845732, Email: osau@osau.edu.ua

Адреса редакційної колегії

Одеський державний аграрний університет,
вул. Пантелеймонівська, 13, м. Одеса, Україна, 65012,
тел. +380482371609,
Email: agrojournal@osau.edu.ua

Автори статей відповідають за оригінальність тексту, достовірність викладеного матеріалу, правильне цитування джерел та посилання на них.

AGRARIAN BULLETIN OF THE BLACK SEA LITTORAL

According to the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine №. 886 of 02.07.2020 it is included in the List of scientific professional editions of Ukraine (category "B").

Certificate of state registration Series KB № 24151-13991. Date of issue 11.10.2019.

Included to the register of subjects in the field of media № R30-04716. Date of issue 23.05.2024.

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

Mykhailo BROSHKOV (Ukraine)

Deputy editor

Ruslan SUSOL (Ukraine)

Deputy editor

Yuriy BOYKO (Ukraine)

Technical editor

Volodymyr KUSHNIR (Ukraine)

Editorial board members

Olena BEZALTICHNA (Ukraine)

Pavlo VASHCHENKO (Ukraine)

Andriy GETYA (Ukraine)

Ruslan DUBIN (Ukraine)

Leonid KORNIENKO (Ukraine)

Vadym LYKHACH (Ukraine)

Vasyl MACHUK (Romania)

Lyudmila NALYVAIKO (Ukraine)

Anton PYSKUN (Ukraine)

Kateryna RODIONOVA (Ukraine)

Maryna ROMANKO (Ukraine)

Artem SAYENKO (Ukraine)

Maryna SKRYPKA (Ukraine)

Marina SKRIPKA

Natalia SUMAKOVA

Lyudmila TARASENKO (Ukraine)

Vitaliy UKHOVSKYI

Maria KHMICH

Oleksandr TSERENYUK (Ukraine)

Olga CHECHET (Ukraine)

Ivan YATSENKO (Ukraine)

Erdal MATUR (Turkey)

Sinem Özlem Enginler (Turkey)

Recommended by Academic Council of Odesa State Agrarian University (Protocol №10 from 26.06.2025).

Founder:

Odesa State Agrarian University
st. Kanatnaya, 99, Odesa, Ukraine, 65039
tel. +380487845732, Email: osau@osau.edu.ua

Editorial board address:

Odesa State Agrarian University
Panteleimonivska str., 13, Odesa, Ukraine,
65012, tel. +380482371609,
Email: agrojournal@osau.edu.ua

The authors are responsible for the originality and accuracy of the presented results and materials, correct citations and references to them.

ЗМІСТ

М. Брошков, М. Станков КАНЦЕРОГЕННА АКТИВНІСТЬ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ НА ОСНОВІ ГУМІНОВИХ РЕЧОВИН ЗА БАГАТОРАЗОВОГО ПЕРОРАЛЬНОГО ВВЕДЕННЯ	5
С. Гужвинська АНАЛІЗ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА БЛУТАНГ У СВІТІ ЗА ПЕРІОД 2020-2025 РР.	14
І. Бондаренко, Ж. Коренєва, Г. Омельченко, Н. Авраменко МОРФОЛОГІЧНІ ТА ГІСТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЕНДОМЕТРІЯ У ПЛОДІВ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ.	27
І. Мокієнко РЕФЕРЕНТНИЙ АНАЛІЗ ШОВНОГО МАТЕРІАЛУ «RWL» ТА ШОВКУ ПРИ ШКІРНО-М'ЯЗОВИХ З'ЄДНАННЯХ	40
Г. Овчаренко, Л. Роша, Ж. Коренєва, І. Бондаренко ГІСТОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ПЕЧІНКИ ЖАБ ВИДУ BUFO BUFO У РЕПРОДУКТИВНИЙ ПЕРІОД	51
Д. Лісогурська, Л. Адамчук, С. Фурман, О. Лісогурська, Т. Тимошук КЕРОВАНЕ БДЖОЛОЗАПИЛЕННЯ – ВАЖЛИВА ПЕРЕДУМОВА РОЗВИТКУ ЗЕЛЕНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА В УКРАЇНІ	64
В. Войцехівський, Л. Тарасенко ВЕТЕРИНАРНО-САНІТАРНЕ ІНСПЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА	74
К.Телятніков, А. Телятніков, М. Данілейко, Н. Філімонова ЗМІНИ БІОХІМІЧНОГО ТА МОРФОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ КРОВІ ЗА МЕТАСТАТИЧНИХ ФОРМ УРАЖЕННЯ МОЛОЧНИХ ЗАЛОЗ У КІШКИ ДОМАШНЬОЇ	85
О.Рівен, А. Prysyzhnyiuk SEASONAL DYNAMICS OF SOMATIC CELL CONTENT IN MILK OF COWS FROM HOMEHOLD FARM	95
Л.Бондаренко, Ю.Балацький, М.Федорченко, В.Малина, В.Гришко, Л.Бартків, Т.Гут SPIRULINA PLATENSIS ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ІМУННОЇ ВІДПОВІДІ ТА СТІЙКОСТІ ДО ЗАХВОРЮВАНЬ У СЛУЖБОВИХ СОБАК	105
В.Борщенко, О.Лавринюк, Ю.Обертюх, Д.Лісогурська, А.Бернацький, О.Лісогурська, С.Фурман КАЛЬКУЛЯТОР РАЦІОНІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН – ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ УДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ ГОДІВЛІ	117
М.Нікі, Р.Сусол, Н.Кірович, В.Чебан КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ СТАРТОВИХ КУЛЬТУР І ОБОЛОНОК НА ЯКІСТЬ КОВБАСИ САЛЯМІ «ЗОЛОТИСТА»	129
І.Мойсей, М.Повод, О.Михалко, О.Мироненко, Л. Чепіль, Л.Зламанюк, А.Видрик, В.Кобернюк, О. Лавринюк, Ю.Луник ЗАЛЕЖНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТА ВІДТВОРЮВАЛЬНИХ ЯКОСТЕЙ СВИНОМАТОК ВІД ВИКОРИСТАННЯ КЛІМАТИЧНИХ БОКСІВ В СТАНКАХ ДЛЯ ОПОРОСУ НАВЕСНІ	144
М.Пушкіна БАГАТОКРИТЕРІЙНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СВИНИНИ НА СЕРЕДНІХ ФЕРМАХ	167
І.Різничук, О.Шевченко, О.Кишлалі, Є.Гурко, Б.Паращук УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ПЕРЕПЕЛІВ ВІКОМ 6 ТИЖНІВ І СТАРШІ	182

<i>А.Золотарьов, М.Косов, В.Шабля, І.Золотарьов, П.Шабля</i> <i>ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ УПРАВЛІННЯ ГОДІВЛЕЮ</i> <i>ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ В УМОВАХ ТЕПЛООВОГО СТРЕСУ</i>	197
<i>А.Шостя, І.Шпирна</i> <i>ВПЛИВ ПОРОДИ ТА ТРИВАЛОСТІ ЛАКТАЦІЇ НА ВІДТВОРЮВАЛЬНІ ЯКОСТІ</i> <i>СВИНОМАТОК В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА</i>	212
<i>V.Maciuc, N.Kirovich, R.Susol, A.Stulnyk</i> <i>CURRENT STATUS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ORGANIC</i> <i>LIVESTOCK PRODUCTS MANUFACTURING IN THE CONTEXT OF PHILOSOPHY</i> <i>OR TECHNOLOGY IN EASTERN EUROPEAN COUNTRIES</i>	239

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.01

УДК 615.277:636.087.7:547.992

Михайло Брошков,

доктор ветеринарних наук, професор, професор кафедри фізіології,
патофізіології та біохімії

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID: 0000-0002-9917-7257

email:mr_m_m@ukr.net

Михайло Станков,

аспірант

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID: 0009-0002-3817-6266

email: putini.old@gmail.com

КАНЦЕРОГЕННА АКТИВНІСТЬ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ НА ОСНОВІ ГУМІНОВИХ РЕЧОВИН ЗА БАГАТОРАЗОВОГО ПЕРОРАЛЬНОГО ВВЕДЕННЯ

Анотація

Гумінові кислоти мають поліаніонний характер і зв'язують іони різними механізмами: як хімічними, так і фізичними. У порівнянні з неорганічними адсорбентами (цеолітами) їх адсорбційна здатність у сім-десять разів вища. Через неоднорідну природу гумінових речовин токсикологічна оцінка однієї конкретної речовини вважалася недостатньою для екстраполяції на групу в цілому, хоча були докладені зусилля з ідентифікації відповідної модельної речовини. Метою досліджень було встановлення канцерогенного ефекту за перорального введення розчину гумату натрію (кормової добавки «Гумівет») з використанням мікроядерного тесту. Для приготування оральної форми в якості сировини використовували буре вугілля з Черкаського родовища (Україна) з наступними характеристиками: вологість – 24,36%, зольність – 24,1%, органічна речовина – 51,5%. Прогнозування канцерогенного ефекту за перорального введення кормової добавки «Гумівет» проводили з використанням мікроядерного тесту (методу оцінки генотоксичності за виявленням мікроядер в клітинах кісткового мозку ссавців). В якості експериментальної моделі були взяті самці і самки білих нелінійних мишей масою тіла 24,0-27,0 г. У першій серії експерименту кормова добавка «Гумівет» (розчин для перорального застосування) у дозах 0,80 та 4,0 мл/кг маси тіла вводили внутрішньошлунково за допомогою зонда одноразово тільки мишам-самцям (n=6) з фіксацією клітинного матеріалу через 24 год після введення. У другій серії випробувану кормову добавку аналогічно вводили самцям і самкам мишей (n=6) щодня протягом 5 діб. Фіксацію клітинного матеріалу здійснювали через 24 год після останнього введення. Для проведення експерименту за принципом аналогів було також сформовано дві контрольні групи (позитивний та негативний контроль) – 6 мишей у кожній. За одноразового введення кормової добавки «Гумівет» з розрахунку 0,8 мл на кг живої ваги не встановлено змін цитогенетичної активності, про що свідчить відсутність суттєвого збільшення поліхроматофільних еритроцитів. Отриманий позитивний результат свідчить, що речовина індукує хромосомні

пошкодження та/або порушення мітотичного апарату клітин у експериментальних тварин. Частка поліхроматофільних еритроцитів від всіх еритроцитів в нормі не повинна перевищувати 0,2%. Аналіз цитогенетичного впливу кормової добавки «Гумівет» за перорального введення протягом п'яти днів показав, що у мишей з групи позитивного контролю, що отримували циклофосфамід в дозі 20 мг/кг маси тіла, частка поліхроматофільних еритроцитів становила (0,667-0,683) %.

Ключові слова: гумінові кислоти, канцерогенність, цитогенетична активність, лабораторні миші.

Вступ. Останнє десятиліття відзначилось значним розширенням застосування препаратів на основі гумінових кислот, особливо в рослинництві та тваринництві, де вони використовуються як фактори інтенсифікації. У медицині їх використовують для лікування різних захворювань, зокрема отруєнь важкими металами, захворювань шлунково-кишкового тракту, різних запальних та пухлинних захворювань [11].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Гумінові кислоти мають поліаніонний характер і зв'язують іони різними механізмами: як хімічними, так і фізичними. У порівнянні з неорганічними адсорбентами (цеолітами) їх адсорбційна здатність у сім-десять разів вища. Абсорбція гумінових кислот у шлунково-кишковому тракті тварин дуже низька, менша за 0,1%. Комісія з ветеринарних препаратів при ЄМЕА (Європейське агентство з оцінки лікарських засобів) [3] дозволила пероральне застосування препаратів на основі гумінових кислот для всіх, включаючи продуктивних тварин, вказавши діапазон від 0,05 до 0,07%. Важливим при використанні будь якої речовини є визначення її токсичності та канцерогенності зокрема [7]. Через неоднорідну природу гумінових речовин токсикологічна оцінка однієї конкретної речовини вважалася недостатньою для екстраполяції на групу в цілому, хоча були докладені зусилля з ідентифікації відповідної модельної речовини [2]. Проте деякі дослідження показали позитивні, чи сумнівні результати як у тестах на мутагенність, так і в тестах на загальну токсичність [8]. У світлі цієї суперечливої інформації для оцінки потенційних проблем, слід звернути увагу як на мінливість складу на місці видобутку сировину, так і на конкретні методи екстракції, які можуть призвести до відмінностей у токсичному потенціалі, а також на надійність протоколів випробувань [10]. Отже, для розробки якісної кормової добавки на основі речовин гумінової природи, необхідним є проведення досліджень для встановлення її канцерогенності.

Мета. Метою досліджень було встановлення канцерогенного ефекту за перорального введення розчину гумату натрія (кормова добавка «Гумівет») з використанням мікроядерного тесту.

Виклад основного матеріалу досліджень. Для приготування оральної форми в якості сировини використовували буре вугілля з Черкаського родовища (Україна) з наступними характеристиками: вологість – 24,36%, зольність – 24,1%, органічна речовина – 51,5%. Сировина очищалась від великих механічних включень, дробилась і розсіювалась на віброгрохоті до розміру частинок не більше 1 мм. Після подрібнення сировину розчиняли у воді

в співвідношенні 1 частина сировини та 3 частини води. При постійному перемішуванні в реакторі розчин розігрівали до 70°C після чого додавали Na_2CO_3 з розрахунку 1 частина луку до 5 частин сировини. Експозицію при цьому витримували до 1 години, після чого додавали 60% H_2O_2 у співвідношенні 1 до 2 до Na_2CO_3 з контролем процесу піноутворення. Після 40 хв експозиції готовий розчин центрифугували та додавали сорбат калію (E_2O_2) з розрахунку 2 г на 1 л готового розчину. Вміст гумінових кислот складав 4%, їх визначали методом визначення масової частки згідно ДСТУ 7083:2009 (Україна). Отже, в результаті нами був отриманий розчин гумата натрію (кормова добавка «Гумівет») з вмістом гумінових кислот 4%, густиною 1,06 cm^3 та рН 8,5. Прогнозування канцерогенного ефекту за перорального введення кормової добавки «Гумівет» проводили з використанням мікроядерного тесту (методу оцінки генотоксичності за виявленням мікроядер в клітинах кісткового мозку ссавців). Тест проведений відповідно до рекомендацій [1]. В якості експериментальної моделі були взяті самці і самки білих нелінійних мишей масою тіла 24,0-27,0 г. Тварин утримували в стандартних умовах віварію за температури 19-20 °C та вологості 50-55%, штучним освітленням, вільним доступом до води та корму.

У першій серії експерименту кормова добавка «Гумівет» (розчин для перорального застосування) у дозах 0,80 та 4,0 мл/кг маси тіла (за абсолютною масою препарату) вводили внутрішньошлунково за допомогою зонда одноразово тільки мишам-самцям ($n=6$) з фіксацією клітинного матеріалу через 24 год після введення. У другій серії випробуваний кормову добавку аналогічно вводили самцям і самкам мишей ($n=6$) щодня протягом 5 діб. Фіксацію клітинного матеріалу здійснювали через 24 год після останнього введення. Для проведення експерименту за принципом аналогів було також сформовано дві контрольні групи (позитивний та негативний контроль) – 6 мишей у кожній. В якості позитивного контролю при одноразовому введенні (пероральному) використовували циклофосфамід в дозі 20 мг/кг маси тіла. Тваринам негативного контролю вводили воду.

Приготування цитогенетичних препаратів проводили згідно з методичними рекомендаціями [1]. Отримані препарати (два скла від кожної тварини) піддавали мікроскопічному цитогенетичному аналізу. Аналізували 2000 поліхроматофільних еритроцитів від кожної тварини, співвідношення нормо- і поліхроматофільних еритроцитів визначали при підрахунку 500 еритроцитів. Результати досліджень обробляли статистично з використанням пакету програм Microsoft Excel 2003 (for Windows XP), вірогідність отриманих результатів оцінювали за критерієм Ст'юдента. Критерієм позитивного результату було відтворене і/або залежне від дози значуще збільшення числа поліхроматофільних еритроцитів (ПХЕ) з мікроядрами принаймні в одній з груп порівняно з контролем. За одноразового введення кормової добавки «Гумівет» (табл. 1) з розрахунку 0,8 мл на кг живої ваги не встановлено змін цитогенетичної активності, про що свідчить відсутність суттєвого збільшення ПХЕ.

Таблиця 1

Результати оцінки цитогенетичної активності кормової добавки «Гумівет» за одноразового введення (розчин для перорального застосування) у тесті на індукцію мікроядер в клітинах кісткового мозку ссавців

Група (препарат, доза)	№ миші	Кількість ПХЕ з мікроядрами на 1000 ПХЕ		Частка ПХЕ від всіх еритроцитів, %
		На кожну мишу	На групу в цілому	
Перша серія експерименту (одноразове введення)				
Миші-самці, негативний контроль (вода)	1	1	1,17±0,20	0,117
	2	1		
	3	1		
	4	1		
	5	2		
	6	1		
Миші-самці, позитивний контроль (циклофосфамід в дозі 20 мг/кг маси тіла)	1	7	6,83±0,21	0,683
	2	7		
	3	7		
	4	7		
	5	7		
	6	6		
Миші-самці, «Гумівет» (розчин для перорального застосування), 0,80 мл/кг маси тіла	1	1	1,17±0,21	0,117
	2	1		
	3	2		
	4	1		
	5	1		
	6	1		
Миші-самці, «Гумівет» (розчин для перорального застосування), 4,0 мл/кг маси тіла	1	2	1,33±0,25	0,133
	2	1		
	3	1		
	4	1		
	5	2		
	6	1		
	2	2		
	3	1		
	4	2		
	5	1		
	6	1		

Отриманий позитивний результат свідчить, що речовина індукує хромосомні пошкодження та/або порушення мітотичного апарату клітин у експериментальних тварин. Частка ПХЕ від всіх еритроцитів в нормі не повинна перевищувати 0,2%.

У мишей з групи позитивного контролю, що отримували циклофосфамід в дозі 20 мг/кг маси тіла, частка ПХЕ становила (0,667-0,683) %.

У мишей обох статей, яким протягом 5 діб перорально вводили препарат у терапевтичній дозі (0,80 мл/кг маси тіла) та п'ятикратній (4,0 мл/кг маси тіла)

частка ПХЕ не мала вірогідних відхилень між собою та становила 0,117-0,150%, що входило в межу норми.

Аналіз цитогенетичного впливу кормової добавки «Гумівет» за перорального введення протягом п'яти днів (таблиця 2) показав, що у мишей з групи позитивного контролю, що отримували циклофосфамід в дозі 20 мг/кг маси тіла, частка ПХЕ становила 0,667-0,683 %. Також не встановлено жодних побічних ефектів та тератогенності у мишей, яким перорально вводили жирні кислоти в дозі 100 мг/кг маси тіла/день протягом 183 днів в іншому дослідженні [8].

Таблиця 2

Цитогенетична активність кормової добавки «Гумівет» у тесті на індукцію мікроядер в клітинах кісткового мозку ссавців за 5-ти денного введення

Група (препарат, доза)	№ миші	Кількість ПХЕ з мікроядрами на 1000 ПХЕ		Частка ПХЕ від всіх еритроцитів, %
		На кожну мишу	На групу в цілому	
1	2	3	4	5
Миші-самці, негативний контроль (вода)	1	1	1,00±0,0	0,100
	2	1		
	3	1		
	4	1		
	5	1		
	6	1		
Миші-самці, позитивний контроль (циклофосфамід в дозі 20 мг/кг маси тіла)	1	6	6,67±0,25	0,667
	2	7		
	3	7		
	4	7		
	5	7		
	6	6		
Миші-самці, «Гумівет» (розчин для перорального застосування), 0,80 мл/кг маси тіла	1	1	1,17±0,21	0,117
	2	1		
	3	1		
	4	1		
	5	1		
	6	2		
Миші-самці, «Гумівет» (розчин для перорального застосування), 4,0 мл/кг маси тіла	1	2	1,33±0,25	0,133
	2	1		
	3	1		
	4	1		
	5	1		
	6	2		
Миші-самки, негативний контроль (вода)	1	0	1,00±0,31	0,100
	2	1		
	3	1		
	4	1		
	5	1		
	6	2		

Миші-самки, позитивний контроль (циклофосфамід у дозі 20 мг/кг маси тіла)	1	7	6,83±0,20	0,683
	2	7		
	3	7		
	4	7		
	5	7		
	6	6		
Миші-самки, «Гумівет» (розчин для перорального застосування), 0,80 мл/кг маси тіла	1	2	1,33±0,25	0,133
	2	1		
	3	2		
	4	1		
	5	1		
	6	1		
	1	2		
	2	2		
	3	1		
	4	2		
	5	1		
	6	1		

У мишей обох статей, яким протягом 5 діб перорально вводили препарат у терапевтичній дозі (0,80 мл/кг маси тіла) та п'ятикратній (4,0 мл/кг маси тіла) частка ПХЕ не мала вірогідних відхилень між собою та становила 0,117-0,150%, що входило в межу норми.

Антимутагенна/дисмутагенна активність гумінової кислоти леонардиту та ґрунтової гумінової кислоти вивчалася на культивованій лінії лімфобластоїдних клітин людини, обробленої мітоміцином як референтний мутаген, шляхом оцінки індукції мікроядер. Ці результати підтверджують антигенотоксичну дію гумінової кислоти у клітинах людини, аналогічну раніше, що спостерігалася у різних видів рослин [4]. Жодних ознак мутагенності не спостерігалася в тесті зворотних мутацій бактерій, або в дослідженні аномалій форми сперматозоїдів *in vivo*, тоді як генотоксичності не спостерігалася в мікроядерних тестах *in vivo* у мишей [2].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отже, кормова добавка «Гумівет» (розчин для перорального застосування, з 4% вмістом гумінової кислоти) за умов 5-добового перорального введення в дозах 0,80 і 4,0 мл/кг маси тіла не проявляє канцерогенної дії – під час мікроскопічних досліджень частка ПХЕ не мала вірогідних відхилень між собою та становила 0,117-0,150 %, що не виходить за межу норми у 0,2%.

Список використаної літератури

1. Стефанов О.В. Доклінічні дослідження лікарських засобів: методичні рекомендації. Київ: Авіцена. 2001. 527 с.
2. Aguilar F., Charrondiere U. R., Dusemund B. та ін. Chromium (III)-, iron (II)- and selenium-humic acid/fulvic acid chelate and supplemented humifulvate added for nutritional purposes to food supplements. *EFSA Journal*. 2009. № 1147. С. 1–36

3. Dai C. et al. A comprehensive toxicological assessment of fulvic acid. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM. 2020. 8899244. <https://doi.org/10.1155/2020/8899244>
4. European Medicines Agency. *Maximum residue limits (MRL) for veterinary medicines*. URL: <https://www.ema.europa.eu/en/veterinary-regulatory-overview/research-development-veterinary-medicines/maximum-residue-limits-mrl> (дата звернення: 21.07.2025)
5. Ferrara G., Loffredo E., Senesi N., Marcos R. Humic acids reduce the genotoxicity of mitomycin C in the human lymphoblastoid cell line TK6. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. 2006. T. 603, № 1. C. 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2005.11.009>
6. Murbach T. S. et al. A toxicological evaluation of a fulvic and humic acids preparation. *Toxicology Reports*. 2020. T. 7. C. 1242–1254. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.08.030>
7. National Research Council (US). *Committee on Risk Assessment of Hazardous Air Pollutants. Science and Judgment in Risk Assessment*. Washington (DC): National Academies Press (US). 1994. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK208246/>
8. Ribas G. et al. Genotoxicity of humic acid in cultured human lymphocytes and its interaction with the herbicides alachlor and maleic hydrazide. *Environmental and Molecular Mutagenesis*. 1997. 29, № 3. C. 272–276
9. Sabi R., Vrey P., Van Rensburg C. Carbohydrate-derived Fulvic acid (CHD-FA) inhibits Carrageenan-induced inflammation and enhances wound healing: efficacy and toxicity study in rats. *Drug Development Research*. 2012. 73. <https://doi.org/10.1002/ddr.20445>
10. Timothy S. et al. A toxicological evaluation of a fulvic and humic acids preparation. *Toxicology Reports*. 2020. 7. P. 1242–1254. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.08.030>
11. Vašková J. et al. Therapeutic Efficiency of Humic Acids in Intoxications. *Life*. 2023. T. 13, № 4. C. 971. <https://doi.org/10.3390/life13040971>

Mykhailo Broshkov,

doctor of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department of Physiology, Pathophysiology and Biochemistry

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-9917-7257

email:mr_m_m@ukr.net

Mykhailo Stankov,

PhD student

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID ID: 0009-0002-3817-6266

email: putini.old@gmail.com

CARCINOGENIC ACTIVITY OF A FEED ADDITIVE BASED ON HUMIC SUBSTANCES UPON REPEATED ORAL ADMINISTRATION

Abstract

Humic acids are polyanionic in nature and bind ions by various mechanisms, both chemical and physical. Compared to inorganic adsorbents (zeolites), their adsorption capacity is seven to ten times higher. Due to the heterogeneous nature of humic substances, the toxicological assessment of one specific substance was considered insufficient for extrapolation to the group as a whole, although efforts were made to identify an appropriate model substance. The aim of the research was to establish the carcinogenic effect for oral administration of sodium humate solution (feed additive

"Tymisem") using a micronucleus test. For the preparation of the oral form, brown coal from the Cherkasy deposit (Ukraine) with the following characteristics was used as raw material: humidity - 24.36%, ash content - 24.1%, organic matter - 51.5%. The prediction of the carcinogenic effect of oral administration of the feed additive "Tymisem" was carried out using the micronucleus test (a method for assessing genotoxicity by detecting micronuclei in mammalian bone marrow cells). Male and female white nonlinear mice with a body weight of 24.0-27.0 g were taken as an experimental model. In the first series of the experiment, the feed additive "Tymisem" (solution for oral administration) in doses of 0.80 and 4.0 ml/kg of body weight was administered intragastrically via a probe once only to male mice (n=6) with fixation of the cellular material 24 h after administration. In the second series, the tested feed additive was similarly administered to male and female mice (n=6) daily for 5 days. The fixation of the cellular material was carried out 24 h after the last administration. To conduct an experiment based on the principle of analogues, two control groups (positive and negative control) of 6 mice each were also formed. With a single administration of the feed additive "Tymisem" at the rate of 0.8 ml per kg of live weight, no changes in cytogenetic activity were detected, as evidenced by the absence of a significant increase in polychromatophilic erythrocytes. The positive obtained result indicates that the substance induces chromosomal damage and / or disruption of the mitotic apparatus of cells in experimental animals. The proportion of polychromatophilic erythrocytes from all erythrocytes should not normally exceed 0.2%. Analysis of the cytogenetic effect of the feed additive "Tymisem" with oral administration for five days showed that in mice from the positive control group (that received cyclophosphamide at a dose of 20 mg/kg of body weight) the proportion of polychromatophilic erythrocytes was (0.667-0.683)%.

Keywords: humic acids, carcinogenicity, cytogenetic activity, laboratory rats.

Reference

1. Stefanov, O. V. (2001). *Doklinichni doslidzhennia likars'kykh zasobiv: metodychni rekomendatsii* [Preclinical studies of medicinal products: methodological recommendations]. Kyiv: Avitsena. (In Ukrainian)
2. Aguilar, F., Charrondiere, U. R., Dusemund, B., Galtier, P., Gilbert, J., Gott, D. M., Grilli, S., Guertler, R., Kass, G.E.N., Koenig, J., Lambré, C., Larsen, J-C., Leblanc, J-C., Mortensen, A., Parent-Massin, D., Pratt, I., Rietjens, I.M.C.M., Stankovic, I., Tobback, P. ... Woutersen, R. A. (2009). Chromium (III)-, iron (II)- and selenium-humic acid/fulvic acid chelate and supplemented humifulvate added for nutritional purposes to food supplements. *EFSA Journal*, 1147, 1-36.
3. Dai, C., Xiao, X., Yuan, Y., Sharma, G., & Tang, S. (2020). A comprehensive toxicological assessment of fulvic acid. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, 8899244. <https://doi.org/10.1155/2020/8899244>
4. European Medicines Agency. (2023). *Maximum residue limits (MRL) for veterinary medicines*. <https://www.ema.europa.eu/en/veterinary-regulatory-overview/research-development-veterinary-medicines/maximum-residue-limits-mrl>
5. Ferrara, G., Loffredo, E., Senesi, N., & Marcos, R. (2006). Humic acids reduce the genotoxicity of mitomycin C in the human lymphoblastoid cell line TK6. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 603(1), 27-32. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2005.10.014>
6. Murbach, T. S., Glavits, R., Endres, J. R., Clewell, A. E., Hirka, G., Vértesi, A., Béres, E., & Pasics Szakonyiné, I. (2020). A toxicological evaluation of a fulvic and humic acids preparation. *Toxicology Reports*, 7, 1242-1254. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.08.030>
7. National Research Council (US) Committee on Risk Assessment of Hazardous Air Pollutants (1994). *Science and judgment in risk assessment. Assessment of toxicity*. Washington, DC: National Academies Press. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK208246/>.

8. Ribas, G., Carbonell, E., Creus, A., Xamena, N., & Marcos, R. (1997). Genotoxicity of humic acid in cultured human lymphocytes and its interaction with the herbicides alachlor and maleic hydrazide. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 29(3), 272-276.
9. Sabi, R., Vrey, P., & Van Rensburg, C. (2012). Carbohydrate-derived fulvic acid (CHD-FA) inhibits carrageenan-induced inflammation and enhances wound healing: Efficacy and toxicity study in rats. *Drug Development Research*, 73. <https://doi.org/10.1002/ddr.20445>
10. Timothy, S. M., Glávits, R., Endres, J., Clewell, A., Hirka, G., Vértesi, A., Béres, E., Szakonyiné, I. (2020). A toxicological evaluation of a fulvic and humic acids preparation. *Toxicology Reports*, 7, P. 1242-1254. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.08.030>
11. Vasková, J., Stupak, M., Vidova Ugurbaş, M., Zatkan, D., & Vasko, L. (2023). Therapeutic efficiency of humic acids in intoxications. *Life*, 13(4), 971. <https://doi.org/10.3390/life13040971>

Стаття надійшла до редакції 26 червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 27 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.02

УДК: 619:616.98:578.823.1:636.2/.3

Світлана Гужвинська,

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник лабораторії вірусології

Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної
ветеринарної медицини», м. Харків, Україна

ORCID:<https://orcid.org/000-0003-1830-1162>;

email: biotechvet2024@gmail.com

АНАЛІЗ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА БЛУТАНГ У СВІТІ ЗА ПЕРІОД 2020-2025 РОКИ

Анотація

Проведені моніторингові дослідження щодо розповсюдження блутангу в країнах світу в період з 2020 по 2025 рік.

Визначення поширення збудника блутангу в світі проводили шляхом аналізу даних Всесвітньої організації з охорони здоров'я тварин.

*В основному розповсюдження збудника блутангу відбувалось за допомогою переносників – мокреців роду *Culicoides*. Збудник захворювання діагностували у таких тварин: великої рогатої худоби, овець, кіз, домашніх верблюдів, домашніх та благородних оленів, ланів, муфлонів, піренейської сарни та західної козулі.*

Встановлено, що в період з 2020 по 2025 рік хворобу було зафіксовано у 23 країнах світу. У 2020 році блутанг реєстрували у 7 країнах: Швейцарії, Кіпрі, Німеччині, Алжирі, Північній Македонії, Румунії та Люксембурзі. У 2021 році хворобу спостерігали у 8 країнах Європи: Сербії, Румунії, Швейцарії, Іспанії, Хорватії, Боснії та Герцеговині, Португалії, Німеччині та одній країні Африки: Алжирі. У 2022 році неблагополучними щодо блутангу було 6 країн: Албанія, Бельгія, Іспанія, Португалія, Болгарія, Майотта. У 2023 році захворювання реєстрували у Чорногорії та Кіпрі. Хвороба розповсюджувалась і в 2024 році виявлена у 14 країнах: Великій Британії, Данії, Іракі, Італії, Іспанії, Люксембурзі, Німеччині, Нідерландах, Палестині, Північній Македонії, Португалії, Швейцарії, Швеції та Хорватії.

Аналіз звітів Всесвітньої організації з охорони здоров'я тварин за п'ять років показав, що сприятливих тварин було зареєстровано 467184, із них у 2020 році було 147094 (31,49 %), у 2021 році – 9278 (19,9 %), у 2022 році – 11786 (2,52 %), у 2023 році – 1378 (0,29 %), а в 2024 році – 297648 (63,71 %). Кількість випадків захворювання становила 21022, із них у 2020 році була 4620 (21,98 %), у 2021 р. – 173 (0,83 %), у 2022р. – 264 (1,26 %), у 2023 р. – 20 (0,09 %), а в 2024 р. – 15945 (75,84 %). Загальна кількість летальних випадків серед тварин становила 5706 голів, них у 2020 році була 1699 (29,78 %), у 2021 р. – 8 (0,14 %), у 2022 р. – 52 (0,91 %), а в 2024 р. – 3947(69,17 %).

За перший квартал 2025 року було зареєстровано 481821 випадків, із них кількість сприятливих тварин – 467057 (96,9 %), кількість захворювань - 12354 (2,6 %) та смертей - 2410 (0,5 %).

Ключові слова: блутанг, епізоотична ситуація, збудник, комахи, трансмісивні захворювання.

Вступ. Спостереження останніх років показує, що блутанг є однією з найпоширеніших трансмісивних інфекцій [2]. Із навчальних посібників дізнаємося, що блутанг – це вірусна зоонозна природно-вогнищева інфекційна хвороба з трансмісивним механізмом передачі збудника. Цю хворобу ще називають катаральною гарячкою овець, хворобою синього язика, гангренозним ринітом, епізоотичним катаром, псевдоящуром або хворобою Моро. Блутанг характеризується гарячкою та набряками міжщелепного простору і грудей. Під час хвороби спостерігаються запально-некротичні ураження слизових оболонок респіраторної та травної систем та пододерматити. У тварин відбуваються дегенеративні зміни скелетних м'язів. Катаральна гарячка призводить до серйозних ускладнень організму і може спричиняти високі показники смертності тварин.

Вчені стверджують, що згідно сучасної міжнародної таксономії вірусів збудник блутангу - РНК-вмісний вірус. Цей вірус належить до роду *Orbivirus* родини *Reoviridae*. Збудник блутангу передається через укуси переносників кровосисних комах – комарів деяких видів (*Aedes linefopennis*), мокреців роду *Culicoides* (*Culicoides variipennis*), кровососок (*Melophagus ovinus*) та кліщів [8, 10]. Науковці повідомляють, що на планеті спостерігається тенденція до зростання середньорічних температур[6]. Потепління призводить до благоприємних середовищ розмноження та проживання переносника хвороби. Дуже прикро, але збудник блутангу швидко розповсюджується у різних країнах світу [1, 4, 5]. Тому епізоотологи багатьох країн уважно стежать за розповсюдженням блутангу [3, 7, 9]. Так, катаральна хвороба за дуже короткий термін поширилась з Північної Африки до Південної, Північної та Центральної Європи [11]. Зазвичай катаральна хвороба проявляється у вигляді епізоотій із охопленням великої кількості поголів'я з летальністю від 80 до 90 %. Відомо, що блутанг належить до трансмісивних вірусних захворювань віднесених до списку Всесвітньої організації з охорони здоров'я тварин (WOAH), в разі його виникнення вводяться обмеження на міждержавну торгівлю худобою, м'ясом, та вовною згідно з міжнародними умовами.

Мета: вивчити епізоотичну ситуацію в світі щодо блутангу за період 2020-2025 рр.

Виклад основного матеріалу дослідження. Визначення поширення збудника блутангу в світі проводили шляхом аналізу даних Всесвітньої організації з охорони здоров'я тварин (WOAH) за 2020-2025 рр. Використано відомості національних даних багатьох країн з реєстрації трансмісивних захворювань тварин. Визначення просторового поширення біологічних господарів збудників блутангу (переносники, сприйнятливі тварини, резервуари) проводили за допомогою наукових публікацій, що входять до наукометричних баз даних *Scopus*, *Web of Science* та *PubMed*.

Аналіз реєстрації небезпечних хвороб у світі проводили згідно звітів Всесвітньої організації з охорони здоров'я тварин за 2020-2025 роки. Було

встановлено, що дедалі більше регіонів планети стають зонами розповсюдження

трансмисивних захворювань, в тому числі і блутангу. Всесвітня організація з охорони здоров'я тварин у своєму звіті відмітила, що хвороба блутанг є актуальною проблемою сьогодення. Відомо, що вперше хвороба була виявлена у Південній Африці в 1876 р. А вже у 1906 р. Арнольд Тейлор встановив, що збудником захворювання тварин є вірус. Катаральна гарячка є стаціонарною хворобою в Південній Африці. Вірус, який відноситься до роду орбівірусів та родини реовірусів, повільно просувався країнами і в останні роки його реєстрували в нових географічних зонах. Існує думка, що вірус може зберігатись у природних умовах серед переносників інфекції, господарів і в дикій фауні. В основному розповсюдження збудника блутангу відбувається за допомогою переносників – мокреців роду *Culicoides*. Із літературних джерел дізнаємось, що мокреці різних видів виконують роль вектора вірусу блутангу в різних регіонах світу. Так, в Австралії та Південно-Східній Азії вектором блутангу є *C. brevitarsis*, *C. actoni*, *C. fulvus*, *C. wadai*; в Східній Азії – це *C. actoni*, *C. fulvus*, *C. homotomus*, *C. imicola*, *C. oxystoma*; в Південній і Північній Америці - *C. boydi*, *C. insignis*, *C. pusillus*, *C. sonorensis*, *C. variipennis*; в Центральній Америці і Карибському басейні – *C. filariferus*, *C. insignis*, *C. pusillus*; в Європі – *C. dewulfi*, *C. imicola*, *C. obsoletus*, *C. pulicaris*; в Середземномор'ї - *C. imicola*, *C. obsoletus*, *C. pulicaris*; в Південній Африці – *C. bolitinos*. Регіони Південної Азії, Африки і Середнього Сходу освоїв проміжний господар блутангу *Culicoides imicola*. Крім мокреців у розповсюдженні катаральної хвороби можуть брати участь кровососки *Melophagus ovinus*, комарі деяких видів *Aedes lineatopennis* та птахи. Ряду дослідників вдалося виявити, що птахи можуть бути проміжною ланкою, через яку здійснюється непряма трансмісія вірусу блутангу від вірусоносіїв до сприйнятливих тварин. Л. Є. Корнієнко зі співавторами повідомляють, що вектори на нові території можуть бути занесені як із потоками повітря, так і літаками.

Відомі три шляхи передачі вірусу: 1) горизонтальний – від тварини до тварини за допомогою переносників; 2) вертикальний – від матері до плоду через плаценту 3) горизонтально-вертикальний – передача вірусу коровам з інфікованою спермою при заплідненні, а потім вертикальна передача від матері до плоду через плаценту. До збудника захворювання сприятливі молоді вівці, кози, велика рогата худоба, антилопи, білохвості олені, буйволи, великорогі барани, верблюди, гірські газелі, сніжні барани та навіть дикі гризуни. Так дослідники вважають, що дикі тварини і гризуни можуть бути резервуарами вірусу в природі. Зараження тварин збудником блутангу здебільшого відбувається за теплої та вологої погоди, тому хвороба поширюється влітку. За відсутності комах - біологічних переносників вірусу хвороба не поширюється.

Дедалі більше регіонів планети стають зонами розповсюдження трансмісивних захворювань. Блутанг також має широке географічне поширення, хвороба охоплює численні континенти та регіони, включаючи

Австралію, Азію, Африку, Північну Америку, Європу та різні тропічні та субтропічні регіони.

Було проведено аналіз реєстрації небезпечних захворювань у світі за допомогою Всесвітньої інформаційної системи охорони здоров'я тварин (WAHIS). Епізоотологічну ситуацію в світі щодо вірусу блутангу вивчали з 1 січня 2020 року по 31 березня 2025 року.

Аналіз звітів WAHIS показав, що у 2020 році блутанг реєстрували у 7 країнах світу: Швейцарії, Кіпрі, Німеччині, Алжирі, Північній Македонії, Румунії та Люксембурзі (табл. 1). У цих країнах був зафіксований рецидив ліквідованого захворювання. Як показали результати аналізу було зареєстровано сприятливих тварин 147094, із них велика рогата худоба (ВРХ) – 18173 (12,36 %), овець – 2168 (1,47 %), кіз – 46 (0,03 %), змішане стадо (вівці/кози) – 126707 (86,14 %).

Таблиця 1

**Реєстрація блутангу в базі Всесвітньої інформаційної системи
охорони здоров'я тварин за 2020 рік**

Країна	Дата останнього звіту	Вид тварин	Кількість		
			сприятливи х тварин	випадків захворюва нь	смертей
Швейцарія	08.01.2020	ВРХ	2307	58	1
		Вівці	50	3	-
Кіпр	28.01.2020	Вівці	105	3	-
		Вівці/кози (змішане стадо)	171	2	-
Німеччина	10.03.2020	ВРХ	6294	107	2
Алжир	04.06.2020	ВРХ	27	1	-
		Кози	37	-	-
		Вівці	409	17	6
Північна Македонія	09.12.2020	Вівці/кози (змішане стадо)	697	14	6
Північна Македонія	09.12.2020	ВРХ	1	-	-
		Вівці	144	3	-
		Вівці/кози (змішане стадо)	361	42	24
Румунія	22.12.2020	Вівці	241	1	-
Люксембург	24.12.2020	ВРХ	8732	31	2
Північна Македонія	29.12.2020	ВРХ	812	38	22
		Кози	9	1	-
		Вівці	1219	32	5
		Вівці/кози (змішане стадо)	125478	4267	1631
Всього			147094	4620	1699

Кількість випадків захворювань було всього 4620, із них ВРХ – 235 (5,08 %), овець 59 (1,27 %), кіз – 1 (0,02 %), змішане стадо (вівці/кози) 4325 (93,63 %). Загальна кількість летальних випадків серед тварин була 1699, із них у ВРХ

– 27 (1,59 %), у овець 11 (0,65 %), у змішаному стаді (вівці/кози) – 1661 (97,76 %). Про летальні випадки у кіз не було повідомлень.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин, у 2021 році хворобу реєстрували у 8 країнах Європи: Сербії, Румунії, Швейцарії, Іспанії, Хорватії, Боснії та Герцеговині, Португалії, Німеччині та одній країні Африки: Алжирі(табл.2). Причиною повідомлення стали рецидиви ліквідованого захворювання. Далі наводимо дані стосовно кількості позитивних результатів щодо катаральної гарячки. За цей рік було виявлено сприятливих тварин 9278, із них ВРХ – 7019 (75,65 %), овець – 1987 (21,42 %), кіз – 270 (2,91 %) та тварин із змішаного стада – 2 (0,02 %). Також були виявлено 173 випадків захворювань у тварин: ВРХ 127 (73,42 %), овець 46 (26,58 %). Необхідно відмітити, що від хвороби загинуло 8 овець.

Таблиця 2

**Реєстрація блутангу в базі Всесвітньої інформаційної системи
охорони здоров'я тварин за 2021 рік**

Країна	Дата останнього звіту	Вид тварин	Кількість		
			сприятливих тварин	випадків захворювань	смертей
Алжир	07.01.2021	ВРХ	38	-	-
		Кози	65	-	-
		Вівці	791	26	4
Сербія	20.01.2021	ВРХ	15	-	-
		Вівці	589	13	4
Румунія	04.02.2021	ВРХ	272	51	-
Швейцарія	01.04.2021	ВРХ	273	4	-
Іспанія	16.04.2021	ВРХ	1974	19	-
Хорватія	24.04.2021	ВРХ	3739	50	-
		Кози	205	-	-
		Вівці	561	3	-
Боснія та Герцеговина	12.07.2021	Вівці	31	3	-
	10.12.2021	Вівці	12	1	-
Німеччина	15.12.2021	ВРХ	708	3	-
		Вівці	3	-	-
		Вівці/кози (змішане стадо)	2	-	-
Всього			9278	173	8

Згідно з даними *WOAH* ситуація з блутангу в країнах Європейського Союзу та Африці у 2022 році наведена в таблиці 3. Захворювання було зареєстровано 10 разів у 6 країнах світу. Так, рецидив ліквідованого захворювання спостерігали у Албанії, Бельгії, Іспанії, Португалії, перша поява в зоні або відсіку була в Болгарії, а новий штаб в країні виявили в Майотті. У 2022 р. кількість сприятливих тварин становила 14786, із них ВРХ – 4268 (36,21 %), овець – 7147 (60,63 %), кіз – 17 (0,14 %), змішаного стада (вівці/кози) – 350 (2,98 %), муфлонів – 4 (0,04 %).

**Реєстрація блутангу в базі Всесвітньої інформаційної системи
охорони здоров'я тварин за 2022 рік**

Країна	Дата останнього звіту	Вид тварин	Кількість		
			сприятливих тварин	випадків захворювань	смертей
Болгарія	27.01.2022	ВРХ	46	2	-
		Західна козуля	-	4	-
		Благородний олень	-	3	1
		Лань	-	5	-
		Муфлон	4	6	1
Албанія	26.03.2022	ВРХ	17	3	-
		Кози	15	-	-
		Вівці	288	23	4
		Вівці/кози (змішане стадо)	350	30	3
Іспанія	18.04.2022	ВРХ	4	1	-
		Вівці	2195	41	4
Бельгія	18.05.2022	ВРХ	4172	35	-
Майотта	27.06.2022	ВРХ	20	2	-
Португалія	29.06.2022	Вівці	234	30	8
Португалія	29.06.2022	Вівці	2452	6	-
Португалія	29.06.2022	Вівці	557	8	1
Португалія	29.06.2022	ВРХ	9	-	-
		Кози	2	-	-
		Вівці	464	50	30
Португалія	29.06.2022	Вівці	957	15	-
Всього			14786	264	52

Кількість випадків захворювання було зареєстровано 264, із них ВРХ - 43 (16,29 %), овець – 173 (65,55 %), змішаного стада (вівці/кози) – 30 (11,36 %), західних козуль – 4 (1,52 %), благородних оленів – 3 (1,13 %), ланів - 5 (1,89 %) та муфлонів – 6 (2,26 %). Кількість смертей серед тварин було зареєстровано всього 52, із них у овець – 47 (90,39 %), у змішаному стаді (вівці/кози) – 3 (5,77 %), також помер 1(1,92 %) благородний олень та 1(1,92 %) муфлон.

Із звітів *WOAH* бачимо, що у 2023 році рецидив ліквідованого захворювання реєстрували у двох країнах: Чорногорії та Кіпрі(табл. 4). Загальна кількість сприятливих тварин становила 1378, із них 99,71 % тварини із змішаного стада та 0,29 % ВРХ. Зареєстрованих хворих тварин було 20, із них із змішаного стада – 16 та ВРХ – 4.

За даними *WOAH* хвороба набула нових масштабів і була зареєстрована в 2024 році 39 разів у 14 країнах(табл. 5). Рецидив ліквідованого захворювання реєстрували у Італії (два рази), Нідерландах (два рази), Німеччині (дев'ятнадцять разів), Швеції, Швейцарії, Хорватії. Причиною повідомлення в Палестині була несподівана зміна або збільшення збудника хвороби.

**Реєстрація блутангу в базі Всесвітньої інформаційної системи
охорони здоров'я тварин за 2023 рік**

Країна	Дата останнього звіту	Вид тварин	Кількість		
			сприятливих тварин	випадків захворювань	смертей
Кіпр	24.03.2023	Вівці/кози (змішане стадо)	1374	16	-
Чорногорія	24.11.2023	ВРХ	4	4	-
Всього			1378	20	-

Необхідно зазначити, що першу появу в зоні або відсіку виявляли в Італії (два рази) та Німеччині, а першу появу в країні – в Іраку. Новий штам в країні був зафіксований в Люксембурзі, Об'єднаному Королівстві Великої Британії, Данії, Нідерландах, Португалії, Північній Македонії, Швейцарії, а новий штам в зоні або відсіку реєстрували в Іспанії.

Моніторингові дослідження щодо поширення катаральної хвороби в світі за 2024 рік свідчать, що кількість сприятливих тварин значно збільшилась і становила 297648, із них ВРХ – 106295 (35,78 %), овець – 187910 (63,14 %), кіз – 2654 (0,89 %), змішаного стада (вівці/кози) – 280 (0,09 %), верблюдових (домашніх) – 264 (0,08 %), благородних оленів – 80 (0,025 %), ланів – 150 (0,05 %) та муфлонів – 15 (0,005 %). Кількість випадків захворювань була -15945, із них у ВРХ реєстрували – 1380 (8,66 %), овець – 14476 (90,79 %), кіз – 76 (0,48 %), змішаному стаді – 9 (0,05 %), домашніх верблюдів 4 (0,02 %). Кількість летальних випадків за рік було зареєстровано – 3947, із них у ВРХ – 18 (0,46 %), овець – 3906 (98,96 %), кіз – 14 (0,36 %), змішаному стаді – 7 (0,17 %), домашніх верблюдів – 2 (0,05 %).

Необхідно відмітити, що за період з 2020 до 2024 р хворобу реєстрували у 23 країнах світу. Збудник захворювання діагностували у таких тварин: ВРХ, овець, кіз, домашніх верблюдів, благородних оленів, ланів та муфлонів. За п'ять років було зафіксовано сприятливих тварин 467184, із них у 2020 році було 147094 (31,49 %), у 2021 р. – 9278 (19,9 %), у 2022р. – 11786 (2,52 %), у 2023 р. – 1378 (0,29 %), а в 2024р. – 297648 (63,71 %) (табл. 6). Епізоотична ситуація в світі ускладнюється щодо цього захворювання, і як ми бачимо із звітів WOAH, найбільша кількість захворювань становила у 2024 році 15945, що становить 75,84% від загальної кількості випадків захворювань за досліджуваний період. У 2024 році загинуло 3947 тварин (69,17% від загальної кількості летальних випадків).

Моніторингові дослідження щодо розповсюдження збудника блутангу провели за перший квартал 2025 року. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин дізнались, що у країнах світу стрімко зросла кількість хворих тварин на блутанг(табл. 7). Так за три місяці цього року хворобу реєстрували у 12 країнах.

**Реєстрація блутангу в базі Всесвітньої інформаційної системи
охорони здоров'я тварин за 2024 рік**

Країна	Дата останнього звіту	Вид тварин	Кількість		
			сприятливих тварин	випадків захворювань	смертей
1	2	3	4	5	6
Ірак	08.02.2024	Вівці	150	1	-
Італія	27.03.2024	Вівці	273	2	1
Італія	08.05.2024	ВРХ	111	41	-
		Кози	1220	32	13
		Вівці	90991	8278	3453
Люксембург	19.08.2024	ВРХ	582	2	-
Об'єднане Королівство Великої Британії	27.08.2024	ВРХ	17954	119	-
		Кози	7	-	-
		Вівці	8074	7	-
Нідерланди	11.09.2024	ВРХ	1128	19	1
		Кози	5	-	-
		Вівці	1609	42	7
		Вівці/кози (змішане стадо)	45	1	-
Данія	16.09.2024	ВРХ	18054	169	2
		Кози	44	1	-
		Вівці	11232	161	6
		Верблюдові (домашні)	226	1	-
Італія	25.09.2024	ВРХ	280	6	1
		Вівці	19243	4540	359
		Верблюдові (домашні)	12	1	1
Швеція	01.10.2024	ВРХ	4079	29	-
		Кози	20	-	-
		Вівці	2114	44	-
		Вівці/кози (змішане стадо)	44	1	-
Нідерланди	08.10.2024	Вівці	33	1	1
Нідерланди	11.10.2024	Вівці	50	1	1
Італія	06.11.2024	ВРХ	386	28	2
Швейцарія	06.11.2024	ВРХ	10368	196	-
		Вівці	1996	59	-
Швейцарія	06.11.2024	ВРХ	31829	474	8
		Кози	135	1	-
		Вівці	40145	865	35
		Верблюдові (домашні)	22	1	1
Іспанія	08.11.2024	ВРХ	63	1	-
		Вівці	3144	70	1

Німеччина	12.11.2024	ВРХ	9	1	-
Німеччина	12.11.2024	ВРХ	7789	70	2
		Кози	85	1	1
		Вівці	1608	225	14
		Верблюдові (домашні)	4	1	-
Німеччина	12.11.2024	ВРХ	11594	155	1
		Кози	1134	40	-
		Вівці	5885	128	22
Німеччина	12.11.2024	ВРХ	584	58	-
Португалія	02.12.2024	Вівці	157	15	1
Палестина	03.12.2024	Вівці	70	2	1
Німеччина	10.12.2024	Вівці	40	1	-
Німеччина	10.12.2024	ВРХ	62	1	-
		Вівці	292	-	-
Німеччина	10.12.2024	ВРХ	21	1	1
Німеччина	10.12.2024	ВРХ	25	1	-
		Благородний олень	80	-	-
		Лань	150	-	-
		Муфлон	15	-	-
Німеччина	10.12.2024	ВРХ	263	1	-
Німеччина	10.12.2024	Вівці	6	1	-
Німеччина	10.12.2024	ВРХ	283	1	-
		Вівці	7	1	-
Німеччина	10.12.2024	ВРХ	3	1	-
Німеччина	10.12.2024	ВРХ	23	1	-
Німеччина	10.12.2024	ВРХ	59	1	-
Німеччина	10.12.2024	Вівці	30	2	-
Німеччина	10.12.2024	Вівці	55	2	-
Німеччина	10.12.2024	Вівці	618	2	-
Німеччина	10.12.2024	Вівці	24	1	-
Німеччина	10.12.2024	Вівці	400	14	-
Німеччина	10.12.2024	Вівці	260	13	4
Північна Македонія	19.12.2024	Вівці/кози (змішане стадо)	191	7	7
Хорватія	26.12.2024	ВРХ	128	2	-
		Кози	4	1	-
		Вівці	22	-	-
Всього			297648	15945	3947

За перший квартал цього року було зареєстровано 481821 випадків, із них кількість сприятливих тварин 467057(96,9 %), кількість захворювання 12354 (2,6 %) та 2410 смертей(0,5 %).

Таблиця 6

Реєстрація блутангу у базі WOAH за період 2020-2024 рр.

Зареєстровано	Кількість випадків/%					Всього
	2020	2021	2022	2023	2024	
Сприятливих тварин	147094 (31,49%)	9278 (19,9%)	11786 (2,52%)	1378 (0,29%)	297648 (63,71%)	467184
Захворювань	4620 (21,98%)	173 (0,83%)	264 (1,26%)	20 (0,09%)	15945 (75,84%)	21022
Смертей	1699 (29,78%)	8 (0,14%)	52 (0,91%)	-	3947 (69,17%)	5706

Таблиця 7

Моніторинг захворюваності на блутанг у світі за 1 квартал 2025 року

Країна	Дата останнього звіту	Вид тварин	Кількість		
			сприятливих тварин	випадків захворювань	смертей
1	2	3	4	5	6
Данія	17.01.2025	ВРХ	230363	1671	65
		Кози	488	3	1
		Вівці	19710	301	33
		Верблюдові (домашні)	16	-	-
		Оленеві (домашні)	21	-	-
Португалія	18.01.2025	ВРХ	48	1	-
Перу	24.01.2025	Кози	6	1	1
Кіпр	04.02.2025	Кози	404	31	-
		Вівці	3705	15	-
Австрія	17.02.2025	ВРХ	262	355	-
		Вівці	46	16	-
Австрія	17.02.2025	ВРХ	441	124	-
		Вівці	12	5	-
Норвегія	20.02.2025	ВРХ	3991	150	2
		Кози	28	1	-
		Вівці	3820	88	2
		Вівці/кози (змішане стадо)	-	3	-
Греція	25.02.2025	ВРХ	1977	80	1
		Кози	406	1	-
		Вівці	14453	623	232
		Вівці/кози (змішане стадо)	2520	60	19
Греція	25.02.2025	ВРХ	523	18	-
		Кози	1387	13	1
		Вівці	58493	2373	511
		Вівці/кози (змішане стадо)	53935	2472	517

Греція	25.02.2025	ВРХ	65	1	-
		Кози	1320	4	-
		Вівці	16211	1876	737
Греція	25.02.2025	ВРХ	140	2	-
		Кози	459	2	-
		Вівці	10897	1368	204
		Вівці/кози (змішане стадо)	676	40	4
Бельгія	28.02.2025	Вівці	8	1	-
Лівія	28.02.2025	Вівці	997	94	43
		Вівці/кози (змішане стадо)	370	20	12
Франція	25.02.2025	ВРХ	24971	311	4
		Вівці	13557	199	20
Словенія	27.03.2025	ВРХ	21	3	-
Андорра	27.03.2025	ВРХ	97	23	-
		Вівці	74	3	-
		Верблюдові (домашні)	1	1	-
		Західна козуля	1	-	-
		Муфлон	-	1	1
		Піренейська сарна	137	-	-
Всього			467057	12354	2410

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проаналізовані звіти Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин щодо розповсюдження блутангу в країнах світу в період з 2020 по 2024 рік. За цей період хворобу було зафіксовано у 23 країнах світу на різних континентах. При цьому сприятливих тварин було зареєстровано 467184, кількість випадків захворювання – 21022, а смертей – 5706.

Блутанг є транскордонною хворобою, швидко розповсюджується і становить потенційну небезпеку для нашої держави. Тому потрібно постійно здійснювати моніторинг та спостереження щодо блутангу у світі та Україні.

Список використаної літератури

1. Saminathan M, Singh KP, Khorajiya JH, Dinesh M, Vineetha S, Maity M, et al. (December 2020). "An updated review on bluetongue virus: epidemiology, pathobiology, and advances in diagnosis and control with special reference to India". *The Veterinary Quarterly*. 40 (1): 258–321.
2. Alkhamis MA, Aguilar-Vega C, Fountain-Jones NM, Lin K, Perez AM, Sánchez-Vizcaíno JM (December 2020). "Global emergence and evolutionary dynamics of bluetongue virus". *Scientific Reports*. 10 (1): 21677.
3. "Bluetongue". *Wageningen University & Research*. 2024-12-12. Retrieved 2024-12-12.
4. Brink KM, Santman-Berends IM, Harkema L, Scherpenzeel CG, Dijkstra E, Bisschop PI, et al. (August 2024). "Bluetongue virus serotype 3 in ruminants in the Netherlands: Clinical signs, seroprevalence and pathological findings". *The Veterinary Record*. 195 (4): e4533.
5. Purse BV, Mellor PS, Rogers DJ, Samuel AR, Mertens PP, Baylis M (February 2005). "Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe". *Nature Reviews. Microbiology*. 3 (2): 171–181.

6. Baylis M, Caminade C, Turner J, Jones AE (August 2017). "The role of climate change in a developing threat: the case of bluetongue in Europe". *Revue Scientifique et Technique*. 36 (2): 467–478.
7. "Bluetongue in Europe: How climate change is shifting disease patterns". *WOAH - World Organisation for Animal Health*. Retrieved 2024-12-12.
8. Gao H, Wang L, Ma J, Gao X, Xiao J, Wang H (29 October 2021). "Modeling the current distribution suitability and future dynamics of *Culicoides imicola* under climate change scenarios". *PeerJ*. 9: e12308.
9. Savini G. (2015). Bluetongue: a disease that does not speak 'one tongue' only. *Vet. Ital.*, 51, 247–248.
10. Belbis G., Zientara S., Breard E., Sailleau C., Caignard G., Vitour D. & Attoui H. (2017). Bluetongue virus: From BTV-1 to BTV-27. *Adv. Virus Res.*, 99, 161–197.
11. Reviriego Gordejo F.J. (2013). – Bluetongue in Europe: lessons learned. *Proc. U.S. Anim. Hlth Assoc.*, 117, 141–142.

Svetlana Gujvinska,

Candidate of Agricultural Sciences,

National Scientific Center «Institute of Experimental and
Clinical Veterinary Medicine»

ORCID:<https://orcid.org/000-0003-1830-1162>;

email: biotechvet2024@gmail.com

ANALYSIS OF BLUETONGUE INCIDENCE IN THE WORLD FOR THE PERIOD 2020-2025

Abstract

Monitoring studies have been conducted on the spread of bluetongue in countries around the world from 2020 to 2025.

The distribution of the bluetongue pathogen in the world was determined by analyzing data from the World Organization for Animal Health.

*The spread of the bluetongue pathogen was mainly through vectors - midges of the genus *Culicoides*. The causative agent of the disease was diagnosed in the following animals: cattle, sheep, goats, domestic camels, domestic and red deer, fallow deer, mouflon, Pyrenean chamois, and western roe deer.*

It was found that between 2020 and 2025, the disease was recorded in 23 countries around the world. In 2020, blue tang was recorded in 7 countries: Switzerland, Cyprus, Germany, Algeria, North Macedonia, Romania, and Luxembourg. In 2021, the disease was observed in 8 European countries: Serbia, Romania, Switzerland, Spain, Croatia, Bosnia and Herzegovina, Portugal, Germany, and one African country: Algeria. In 2022, 6 countries were unfavorable for bluetongue: Albania, Belgium, Spain, Portugal, Bulgaria, Mayotte. In 2023, the disease was recorded in Montenegro and Cyprus. The disease spread and in 2024 was detected in 14 countries: Great Britain, Denmark, Iraq, Italy, Spain, Luxembourg, Germany, the Netherlands, Palestine, North Macedonia, Portugal, Switzerland, Sweden and Croatia.

An analysis of reports from the World Organization for Animal Health over five years showed that 467184 favorable animals were registered, of which 147094 (31.49 %) were registered in 2020, 9278 (19.9 %) in 2021, 11786 (2.52 %) in 2022, 1378 (0.29 %) in 2023, and 297648 (63.71 %) in 2024. The number of cases of the disease was 21022, of which 4620 (21.98 %) were in 2020, 173 (0.83 %) in 2021, 264 (1.26 %) in 2022, 20 (0.09 %) in 2023, and 15945 (75.84 %) in 2024. The total number of animal deaths was 5706 animals, of which 1699 (29.78 %) were in 2020, 8 (0.14 %) in 2021, 52 (0.91 %) in 2022, and 3947 (69.17 %) in 2024.

In the first quarter of 2025, 481821 cases were registered, of which the number of susceptible animals was 467057 (96.9 %), the number of diseases was 12354 (2.6 %), and deaths were 2410 (0.5 %).

Keywords: *bluetongue, epizootic situation, pathogen, insects, transmissible diseases*

Reference

1. Saminathan M, Singh KP, Khorajiya JH, Dinesh M, Vineetha S, Maity M, et al. (December 2020). "An updated review on bluetongue virus: epidemiology, pathobiology, and advances in diagnosis and control with special reference to India". *The Veterinary Quarterly*. 40 (1): 258–321.
2. Alkhamis MA, Aguilar-Vega C, Fountain-Jones NM, Lin K, Perez AM, Sánchez-Vizcaíno JM (December 2020). "Global emergence and evolutionary dynamics of bluetongue virus". *Scientific Reports*. 10 (1): 21677.
3. "Bluetongue". *Wageningen University & Research*. 2024-12-12. Retrieved 2024-12-12.
4. Brink KM, Santman-Berends IM, Harkema L, Scherpenzeel CG, Dijkstra E, Bisschop PI, et al. (August 2024). "Bluetongue virus serotype 3 in ruminants in the Netherlands: Clinical signs, seroprevalence and pathological findings". *The Veterinary Record*. 195 (4): e4533.
5. Purse BV, Mellor PS, Rogers DJ, Samuel AR, Mertens PP, Baylis M (February 2005). "Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe". *Nature Reviews. Microbiology*. 3 (2): 171–181.
6. Baylis M, Caminade C, Turner J, Jones AE (August 2017). "The role of climate change in a developing threat: the case of bluetongue in Europe". *Revue Scientifique et Technique*. 36 (2): 467–478.
7. "Bluetongue in Europe: How climate change is shifting disease patterns". *WOAH - World Organisation for Animal Health*. Retrieved 2024-12-12.
8. Gao H, Wang L, Ma J, Gao X, Xiao J, Wang H (29 October 2021). "Modeling the current distribution suitability and future dynamics of *Culicoides imicola* under climate change scenarios". *PeerJ*. 9: e12308.
9. Savini G. (2015). Bluetongue: a disease that does not speak 'one tongue' only. *Vet. Ital.*, 51, 247–248.
10. Belbis G., Zientara S., Breard E., Sailleau C., Caignard G., Vitour D. & Attoui H. (2017). Bluetongue virus: From BTV-1 to BTV-27. *Adv. Virus Res.*, 99, 161–197.
11. Reviriego Gordejo F.J. (2013). – Bluetongue in Europe: lessons learned. *Proc. U.S. Anim. Hlth Assoc.*, 117, 141–142.

Стаття надійшла до редакції 1 травня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 12 травня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.03
УДК: 611:591.4:599.89.619:591.4

Ірина Бондаренко,

кандидат ветеринарних наук, доцент

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1019-3446>

bondarenkoirina173@gmail.com

Жанна Коренєва,

кандидат ветеринарних наук, доцент

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2730-5990>

koreneva-z@ukr.net

Ганна Омельченко,

кандидат ветеринарних наук, доцент,

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9389-8400>

anna.omelchenko@pdau.edu.ua

Наталія Авраменко,

кандидат ветеринарних наук, доцент

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1920-5757>

nataliia.avramenko@pdaa.edu.ua

МОРФОЛОГІЧНІ ТА ГІСТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЕНДОМЕТРІЯ У ПЛОДІВ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ.

Анотація

Результати наукових досліджень не дають повної уяви морфологічної та гістологічної особливості формування ендометрія у плодів великої рогатої худоби, необхідної для вибору методів корекції та стимуляції організму в період вагітності, й особливо за формування материнської частини плаценти під час еструсу. Отримані дані допоможуть покращити показники відтворення стада, і як наслідок максимізувати ефективність виробництва м'ясних та молочних продуктів. Оскільки ендометрій забезпечує всі потреби зиготи до формування плаценти, а також біофізичну складову під час імплантації, є необхідність детальних знань його закладання під час ембріонального розвитку задовго до формування інших складових репродуктивної системи. Саме особливості морфо-гістологічного розвитку слизової оболонки матки плодів жіночої статі, деталізують фундаментальні знання складних біологічних процесів, таких як формування материнської частини плаценти протягом стадії збудження, імплантації та вагітності. Знання фізіологічних особливостей гістогенезу епітелію ендометрія, що створює внутрішнє середовище матки, необхідні для розуміння корегованого впливу й на умови зовнішнього середовища постнатального періоду.

Результати дослідження ендометрія плодів великої рогатої худоби зі строком вагітності 3-місяці, свідчать що у плода жіночої статі повністю відокремлені рога та тіло матки, а також починається закладка всіх оболонок. Ендометрій вкритий одношаровим призматичним епітелієм. Початок формування маткових залоз починається у плодів великої рогатої худоби завдовжки 22 см, на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку. Карункули (плацентоми) закладаються у вигляді невеликих підвищень слизової оболонки на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку. На 5-му місяці внутрішньоутробного розвитку карункули мають грибоподібну форму, випинаються в просвіт рогу матки, їх епітелій складається з одного шару вузьких і високих клітини. На 5-му місяці внутрішньоутробного розвитку карункули мають грибоподібну форму, виступають в просвіт рогу матки, їх епітелій складається з одного шару вузьких і високих клітин.

Ключові слова: формування ендометрія, гістологічні особливості епітелію слизової оболонки матки, плід, корови.

Вступ. Відтворна функція корів в значній мірі залежить від стану ендометрія, оскільки вагітність супроводжується несприйнятливими періодами, до яких належать імплантація та преімплантаційна фаза.

Дослідження морфологічних особливостей ендометрія на тканинному та клітинному рівнях, необхідне для корекції та стимуляції організму корів в період вагітності, й особливо за формування материнської частини плаценти під час еструсу. Це допоможе максимізувати ефективність виробництва продовольчих продуктів (як м'ясних, так і молочних), та зменшити негативний вплив від виробництва, на навколишнє середовище. Також морфо-гістологічні особливості ендометрія, безумовно деталізують фундаментальні знання складних біологічних процесів, таких як імплантація та вагітність у великої рогатої худоби. Вкрай важливо для лікаря ветеринарної медицини знати фізіологічні особливості формування, та періодичність прояву гістогенезу епітелію ендометрія, який створює внутрішнє середовище матки, оскільки останній впливає іще і на сполучнотканинний остов та залозистий апарат. У свою чергу морфогенез ендометрію визначається, з одного боку, спадковими факторами, з іншого боку, умовами розвитку в плодовому і постнатальному періодах. Однак систематичних даних про розвиток ендометрію з урахуванням видових особливостей великої рогатої худоби, в літературі мало, і ці дані - не систематизовані. Саме тому була досліджена гістологічна будова ендометрія корів протягом плодового періоду.

Мета. Оптимізувати морфолого-гістологічний стан слизової оболонки матки під час її формування за внутрішньоутробного розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Матеріали та методи досліджень. Матеріалом для досліджень були зразки тканин ендометрія ембріонів корів дослідних господарств. Досліджували тканину ендометрія у 3-х, 4-х і 5-ти місячних плодів великої рогатої худоби жіночої статі. Усього було досліджено 5 плодів (3-місячн. – 1; 4-місячн. – 2; 5-місячн. – 2). Зразки тканин ендометрія ембріонів відбирали у абортіваних плодів (неінфекційний аборт), та вибракуваних в зв'язку з втратою продуктивних якостей корів. Тканинний матеріал після відбору фіксували в 10% нейтральному розчині формаліну.

Наступним етапом фрагменти ендометрія промивали водою, зневоднювали, просвітляли в спирт-ксилоловому розчині, заливали в целоїдинові блоки та виготовляли гістологічні зрізи товщиною 4-10 мкм на ротаційному мікротомі виробництва фірми *Shandon Finnesse 325 (Thermo Scientific)*.

Цифрові зображення препаратів отримували за допомогою цифрової системи зображення «ZEN» для мікроскопів «Carl Zeiss» (Німеччина) на базі українсько-шведського дослідницького центру *SUMEYA* (Медичний інститут СумДУ). Для оглядової мікроскопії фарбування гістологічних препаратів проводили гематоксилін-еозином, а для вивчення структури сполучної тканини - пікрофуксиною сумішшю за Ван-Гізеном [13].

Ендометрій, внутрішня оболонка матки з високими реструктивними та регенеративними властивостями, що відіграє вирішальну роль в успішному перебігу вагітності, забезпечуючи відповідне середовище для проходження ембріоном певних етапів розвитку, включаючи морфологічні зміни та диференціацію тканин [1].

Ендометрій забезпечує енергетичні потреби зиготи до формування плаценти, а також біофізичну підтримку за імплантації. Якісні показники ендометрія, в тому числі й майбуття успішності імплантації зиготи, закладаються іще під час ембріонального розвитку телички, задовго до формування інших складових репродуктивної системи [2].

Розвиток ембріона починається в яйцепроводі. Після запліднення, під час транспортування в порожнину матки, що здійснюється за допомогою перистальтики м'язового шару та коливання війок яйцепроводу, зигота зазнає п'ять або шість швидких мітотичних клітинних поділів в результаті чого утворюються декілька бластомерів. Проте сама зигота не збільшується в діаметрі. Спочатку зигота ділиться на два бластомери, а потім ці дві клітини, асинхронно діляться на чотири бластомери, вісім бластомерів, і т.д. Перший поділ відбувається приблизно через 30 годин після запліднення [3].

Орієнтовно через три дні після запліднення, клітини ущільненої ембріональної структури знову діляться, утворюючи 16 клітин, формуючи тим самим морулу. По мірі збільшення кількості бластомерів морули, останні піддаються диференціації на два типи клітин. Виникає внутрішня клітинна маса, тобто внутрішні клітини морули, які дадуть початок тканинам ембріона, та оточуючі клітини, які формують трофобласт, який сприятиме формуванню плаценти [4].

Преімплантаційний ембріон великої рогатої худоби потрапляє в матку на 5-й день на стадії морули. Потім, потрапивши в матку, морула вільно існує ще кілька днів, створюючи кулю приблизно зі 100 клітин та споживаючи поживні ендометріальні секрети, які називаються матковим молочком, поки слизова оболонка матки потовщується, і зачаток називається бластоцистою. У цій структурі невелика кількість клітин утворює внутрішню клітинну масу, яка стане ембріоном, а потім плодом. Інші клітини, що утворюють зовнішню оболонку,

називаються трофобластами (*trophe* = «живити» або «живити»), а потім розвиваються в хоріонічний мішок та фетальну частину плаценти (орган обміну поживними речовинами, відходами та газами між матір'ю та потомством, що розвивається). Цей діалог матері та ембріона викликає динамічні зміни в епітелії матки, що жорстко регулюються стероїдними гормонами, цитокінами та факторами росту, які встановлюють рецептивність матки до зародка, що розвивається. Внутрішня маса ембріональних клітин є тотипотентною на цій стадії, що означає, що кожна клітина має потенціал диференціюватися в будь-який тип клітин в організмі. У процесі, який називається «вилупленням», зародок звільняється від прозорої оболонки (*zona pellucida*) і починається імплантація. Бластициста зазвичай імплантується на дні матки або на задній стінці. [5, 6].

Після формування бластоцисти та вилуплення з прозорої зони, орієнтовно після 13-го дня, настає період швидкого видовження й формування довгого тонкого ниткоподібного зародка, довжиною приблизно від 6 см - на 16-й день, до 20 см - на 19-й день. Цей процес триває до плацентації, тому зародок живиться виключно гістотрофом. Через це, період вагітності до 20 дня є особливо небезпечним для ембріона, оскільки іще не почали формуватися плацентами. Гістотроф – це рідина, багата на поживні речовини, що виробляється залозами ендометрію, й містить необхідні для фізіологічного перебігу вагітності ферменти і гормони, білки, амінокислоти, фактори росту, позаклітинні складові, іони та інші фактори [3,7].

Приблизно з 7-го дня після запліднення, ембріон та ендометрій можуть діяти незалежно один від одного, тобто ембріон знаходиться в стані пасивного переміщення в порожнину матки, де може відбутися імплантація. Під час цієї стадії, ембріон виробляє все більшу кількість інтерферону флуоресцентного утворення (IFN). IFNT – це сигнальна система розпізнавання вагітності, унікальна для жуйних, вперше виявлена у великої рогатої худоби в 1979 році (Lewis et al., 1979, Wilson et al., 1979). IFNT зв'язується з рецептором інтерферону, експресованим на апікальній мембрані епітеліальних клітин ендометрію, пригнічуючи сигнальний каскад, індукований PGF2 α , якщо IFNT присутній у достатній кількості, це призводить до блокування лютеолізу CL на 16-й день вагітності. Цей процес відомий як «розпізнавання вагітності», й є повністю ініційованим ембріоном. IFNT також діє як інтерферон I типу, стимулюючи експресію генів ендометрія [3,5].

У корів, ембріон на стадії бластоцисти вилуплюється з прозорої оболонки, та швидко видовжується, утворюючи ниткоподібний зародок. Видовження зародку зумовлене морфологічними особливостями будови матки, й є необхідною умовою для успішної імплантації та формування плаценти. В цей час біофізична взаємодія трофектодерми зародка з ендометрієм матки, навіть у корів, що є неглибокою з точки зору імплантації, необхідна для підтримки вагітності. У великої рогатої худоби, хоча бластоциста й формується через кілька днів після запліднення, сама плацентація починається на 21-й день після запліднення. Матка після імплантації знаходиться в секреторній фазі,

бластоциста імплантується в ендометрій вздовж передньої або задньої стінки [8].

Трофобласт диференціюється в один ряд мітотично активних клітин, що називається цитотрофобластом, й швидко зростаючу багаторядну масу, синцитіотрофобластів, які викликають ерозію материнських тканин. На дев'ятий день у синцитіотрофобласті утворюються прогалини. Згодом материнські синусоїди роз'їдаються синцитіотрофобластом, кров матері потрапляє в лакунарну мережу, і наприкінці другого тижня вагітності, встановлюється примітивний матково-плацентарний кровообіг. Протягом цього часу бластоциста повністю імплантується та консолідується в ендометрій. Ембріобласт диференціюється на епібласт та гіпобласт, які утворюють білімінальний диск. Амніобласти вистилають амніотичну порожнину над шаром епібласту. У свою чергу, клітини гіпобласту є продовженням екзоцеломічної мембрани, й формують жовтковий мішок. Амніотична порожнина та жовтковий мішок формуються з позаембріональної мезодерми з соматоплеври та спланхноплеври [9].

Протягом третього тижня відбувається гастрюляція – процес, за допомогою якого двошаровий ембріональний диск перетворюється на тришаровий ембріональний диск (початок морфогенезу). Гастрюляція починається з появи смужки, на якому першорідний вузол формується на головному кінці. Клітини епібласту вузла та смужки інвагінуються, утворюючи нові листки (ендодерму та мезодерму). Наприкінці третього тижня вагітності формуються три основні зародкові листки в головному відділі (ектодерма, мезодерма та ентодерма) [10].

Ектодерма дає початок наступним органам та структурам: центральна та периферична нервова системи, гіпофіз, молочні залози, потові залози та зубна емаль. До кінця четвертого тижня формуються ці зародкові листки в каудальних ділянках ембріона. Починається диференціація тканин, позаембріональних оболонок та органів. Трофобласт швидко формується. Первинні ворсинки отримують мезенхімальне ядро, і з них зароджуються дрібні капіляри [11].

Після імплантації ендометрій системно передає сигнали центральній нервовій системі через продукування IFNNT клітинами трофобласта зародка, що діє як паракринний сигнал для матки, змінюючи експресію генів. Антилютеолітичний ефект IFNNT полягає в пригніченні синтезу рецепторів окситоцину, що підтримує вагітність та та плацентацію [5,7].

Окрім антилютеолітичної дії, IFNT також є імуносупресивним цитокином, відомим своєю антипроліферативною дією на лімфоцити.

Ембріональне формування ендометрія корів має видові особливості (Kobayashi, Behringer, 2003) [1,4].

Альфред Джост стверджував, що під час внутрішньоутробного розвитку, іще до статевої диференціації, ембріон має як мюллерові, так і вольфові протоки, попередники жіночих і чоловічих репродуктивних органів відповідно (Jost, 1947) [2].

Розвиток жіночої статеві системи починається з реструктуризації мюллерової протоки, яка по завершенню диференціації, формується в повноцінний зрілий жіночий репродуктивний апарат, а саме яйцепровід, матку, шийку матки, присінок та піхву. Формування та розвиток маткових залоз, що формуються приблизно на 250-й день вагітності, (Atkinson et al., 1984), відбувається за рахунок фетальних гонадальних гормонів, які відповідають за маскулінізацію статеві системи плода. Саме це забезпечує регресію мюллерових проток та подальший розвиток вольфових проток (O'Shaughnessy and Fowler, 2011) [3,4]. Хоча більшість органів репродуктивної системи самиць розвинені та диференційовані до моменту народження, морфогенез матки завершується постнатально у корів (Filant and Spencer, 2014 , Spencer et al., 2019) [5,7].

Матка корів має мюллерове (також відоме як парамезонефричне) походження та складається з центрального трубчастого епітелію, оточеного недиференційованою мезенхімою при народженні (Cooke et al., 2013). Стромальні клітини утворюються від мезенхімальних клітин матки, а клітини епітелію мюллерових каналів диференціюються в епітелій ендометрія. Маткові залози розвиваються шляхом інвагінації епітелію в просвіт матки, а з часом поступово входять в строму. Таким чином, відтворна здатність ендометрія закладається внутрішньоутробно, шляхом постнатального розвитку маткових залоз та важливих функціональних складових ендометрія (Gray et al., 2001, Gray et al., 2002) [6].

Після диференціації, ендометрій являє собою гетерогенну тканину, що складається переважно з циліндричного епітелію, залозистого епітелію та фібробластоподібних стромальних клітин, що чергуються з імунними клітинами, а також містить гарно розвинену сітку судинної системи. Ендометрій містить карункулярні області, що являють собою овальні потовщення слизової оболонки матки, рандомно розміщені неправильними рядами вздовж кожного рогу матки. Вони відіграють життєво важливу роль у плацентації, оскільки є материнською частиною плаценти, а саме місцями прикріплення плодових оболонок плода (Filant and Spencer, 2014) [7].

Загальний ріст тіла плода та розвиток репродуктивних органів, в тому числі й ендометрія, відбувається асинхронно. З 3-го до 5-го місяця ембріонального розвитку, морфологія ендометрія щодо висоти зовнішнього шару епітелію, зазнає хвилеподібної регресії. Взагалі матка формується до 6-го місяця ембріонального розвитку, а після народження відбувається тільки ріст, який завершується після статевого дозрівання (Gray et al., 2001, Gray et al., 2002). На ендометрій в цей час впливають гормони материнського організму через кровоносну систему «мати-плід» [8,10].

Роль слизової оболонки матки в питаннях відтворення, дуже важлива. Фізіологічний стан ендометрія забезпечує не тільки нідацію, а й подальший перебіг вагітності [8, 9, 10].

Дотепер, головне значення в питаннях реструктуризації ендометрія, приділялося його анатомічній будові та гістологічним змінам, при цьому матка

розглядалася як окремий, замкнений в собі орган. Завдяки сучасним досягненням науковців, уява про функціонування ендометрія докорінно змінилася, це в свою чергу вплинуло на діагностику та лікування тварин при різних патологічних станах статеві системи з порушенням функції ендометрія. Визначальним стимулом для більш детального вивчення функцій ендометрія, стали допоміжні репродуктивні технології, такі як стимуляція овуляції, імплантація ембріонів, штучне осіменіння самиць сільськогосподарських тварин, при яких повноцінне функціонування ендометрія забезпечує успішну нidaцію та вагітність [3,7].

Розкриттю морфологічних особливостей ендометрія матки корів, як за фізіологічного, так і за патологічного стану, присвячено велику кількість наукових робіт, проте дослідження формування ендометрія під час ембріонального розвитку, дозволяє максимально повно розкрити складні фізіологічні процеси, що відбуваються в такій динамічній структурі як ендометрій [8, 11]. У сучасних умовах проблема фізіології репродуктивної системи корів залишається актуальною через недостатнє вивчення процесів, які перебігають протягом внутрішньоутробного розвитку, естрального циклу та вагітності, тому ці питання завжди викликають зацікавленість як науковців, так і інших фахівців ветеринарної медицини та скотарства [4, 5, 12].

Результати дослідження ендометрія плодів великої рогатої худоби, строк вагітності 3-місяці. У плода жіночої статі довжиною 12-18 см, вже повністю відокремлені як структурні одиниці рога та тіло матки. На цій стадії тільки починають закладатися три оболонки матки. В рогах матки є просвіт овальної форми. Три оболонки матки розвинені не повністю. Слизова оболонка матки вкрита одношаровим призматичним епітелієм (рис. 1 (а)). Висота епітелію становить 40-48 мкм.

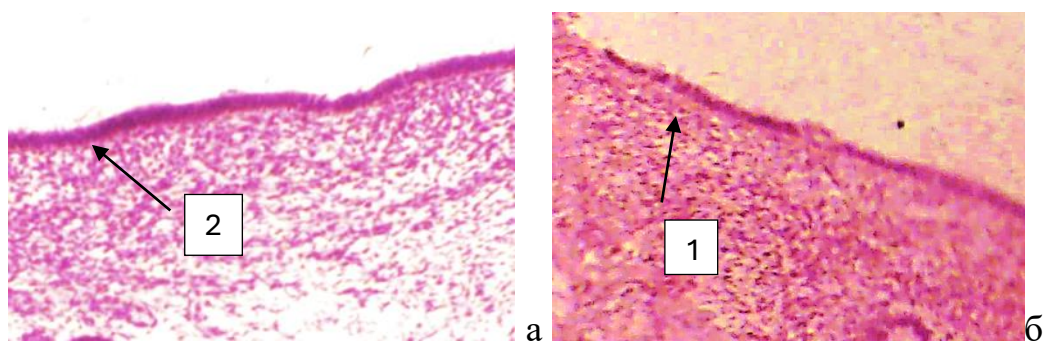


Рисунок 1. Покривний епітелій та функціональний шар ендометрія матки 3-місячного плода великої рогатої худоби, забарвлення за Ван-Гізоном, х40) (рисунок авторів)

Примітки: 1. клітини одношарового призматичного епітелію вузькі, щільно прилягають одна до одної. 2. базальна мембрана.

Клітини епітелію дуже вузькі, тісно притиснуті одна до одної. Ширина клітин не перевищує 4 мкм. В апікальній частині клітин цитоплазма піниста. Ядра клітин епітелію найчастіше овальної форми, витягнуті, але трапляються і круглі. Довжина ядер коливається від 10-12 мкм. Ширина їх відповідає ширині клітин епітелію. Ядра розташовані на різних рівнях так, що візуально видно 2-3

ряди. У ядрах міститься велика кількість хроматину у вигляді великих глибок. У деяких клітинах чітко видно ядрце. Вільна поверхня епітелію найчастіше нерівна, а як би гофрована (рис. 1 (а)). На поверхні клітин, у деяких ділянках спостерігаються куполоподібні випинання, а над ними дрібні краплі секрету. (рис. 1 (б)) Клітини епітелію розташовані на чітко помітній базальній мембрані.

Дослідивши тканину ендометрія рогу матки в 4х-місячного плода, можемо стверджувати, що під епітелієм містяться овальної форми щільно розташовані одна біля одної клітини мезенхіми. Проміжки між клітинами заповнені безструктурною міжклітинною речовиною. Мезенхіма ще не має розмежування на шари, які надалі відповідали б слизовій та м'язовій оболонкам. Однак можна визначити відносну товщину ділянок, відповідних майбутнім оболонкам, так як ділянки мезенхіми, де розташовується закладка м'язової оболонки, складаються з щільніше розташованих клітин. Власна оболонка займає середньому 78 мкм. Товщина всієї слизової оболонки в середньому – 118 мкм.

Результати дослідження ендометрія плодів великої рогатої худоби, строк вагітності 4-хмісяці. У плодів 4-місячного віку, які мають довжину 20-30 см стінка рогів матки стає помітно товщі за рахунок формування та потовщення власної оболонки. Оболонка становить 390-395мкм. Чітко видно сформований просвіт рогу матки, який набуває зірчастої форми за рахунок утворення поздовжніх складок слизової оболонки. У плодів на цій стадії розвитку вже можна розрізнити закладку трьох оболонок: слизової, м'язової та серозної. Слизова оболонка відрізняється значною товщиною і утворює поздовжні складки. На поперечному розрізі ці складки мають валикоподібну форму. Товщина власного шару 361-367 мкм. Утворюються 4-5 складок, які розташовані симетрично, одна проти іншої. Складки вкриті епітелієм, який має рівну поверхню, але на деяких зрізах, як і на попередній стадії розвитку, зустрічається «гофрований» епітелій. Епітелій на цій стадії трохи нижчий, ніж у 3-місячних плодів (31-35 мкм). Форма клітин така сама, оскільки епітелій має призматичні клітини (рис. 2 б).

Ядра овальної форми, але трохи коротші, ніж на попередній стадії розвитку. Довжина їх дорівнює в середньому 8 мкм. Ядра дуже багаті хроматином. Базальна мембрана видно чітко як тканина, яка відрізняється від мезенхіми появою тонких колагенових волокон. Під чітко сформованою базальною мембраною видно клітини сполучні тканини, які розташовуються щільніше, ніж у більш глибоких шарах.

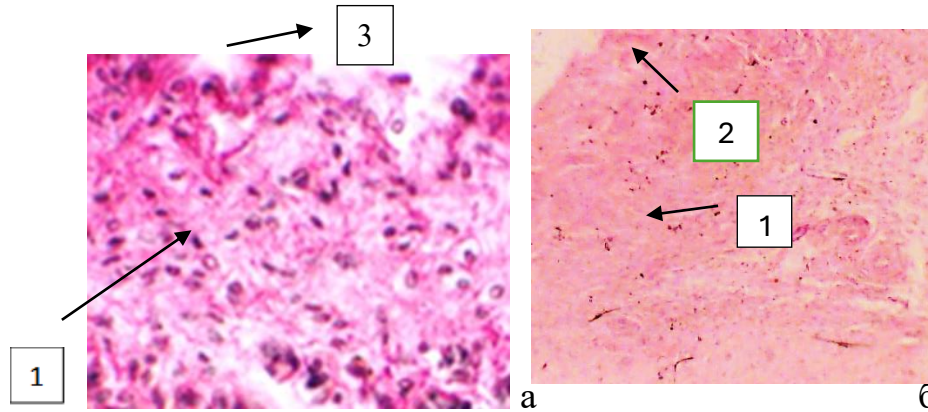


Рисунок 2. Покривний епітелій та функціональний шар ендометрія матки 4-х місячного плода великої рогатої худоби, забарвлення за Ван-Гізоном, а-х100, б-х20)) (рисунок авторів).

Примітки: 1 - ядра багаті хроматином; 2 - призматичний епітелій; 3 - зачатки маткових залоз з характерним базальним розташуванням ядер у клітинах епітелію.

В основі складок слизової оболонки виділяється шар видовжених клітин, розташованих у циркулярному напрямку, які відповідають закладці м'язових клітин. Характерною особливістю цього періоду розвитку є закладка та початок розвитку карункулів. Карункули закладаються у вигляді невеликих підвищень слизової оболонки. Збільшуючись, вони набувають вузьку ніжку в основі. Епітелій, що покриває карункули, стає низькими, доходить до кубічного. Висота епітелію 25-26 мкм. Висота карункулів досягає 488 мкм. Сполучна тканина карункула пухка. Також на цій стадії можна спостерігати початок закладки маткових залоз, які утворюються шляхом заглиблення епітелію в слизову оболонку. На початку розвитку маткові залози мають характерне базальне розташування ядер у клітинах епітелію. Формування маткових залоз починається в основі складок слизової оболонки. Початок формування маткових залоз реєстрували у плодів завдовжки 22 см. (фото 2а).

Результати дослідження ендометрія плодів великої рогатої худоби, строк вагітності 5-ть місяців.

У плодів великої рогатої худоби 5-ти місячного віку, які мають довжину 35-40 см, діаметр рогу і товщина стінки матки збільшується порівняно з попереднім місяцем вагітності. Просвіт рогу матки набуває неправильної форми, кількість складок слизової оболонки збільшується (фото 3а). Карункули мають грибоподібну форму і випинаються в просвіт рогу матки. Епітелій, що покриває карункули, нижчий, ніж у міжкарунккулярних ділянках. Ембріональна сполучна тканина карункулів більш пухка порівняно з тканиною міжкарунккулярних ділянок. Вона вся пронизана досить густою мережею кровоносних судин. Епітеліальні клітини розміщені в один шар, форма їх така сама, як і на попередній стадії розвитку, клітини дуже вузькі, високі. Ядра розташовані переважно в середній частині клітин, але не на одному рівні. Вони мають неоднакові розміри та різну форму. На поверхні епітелію спостерігаються куполоподібні випинання та краплі секрету. На деяких зрізах над епітелієм видно суцільний шар якихось виділень, які яскраво

забарвлюються еозином. У них зустрічаються круглі клітини, витіснені епітелієм у просвіт рогу матки.

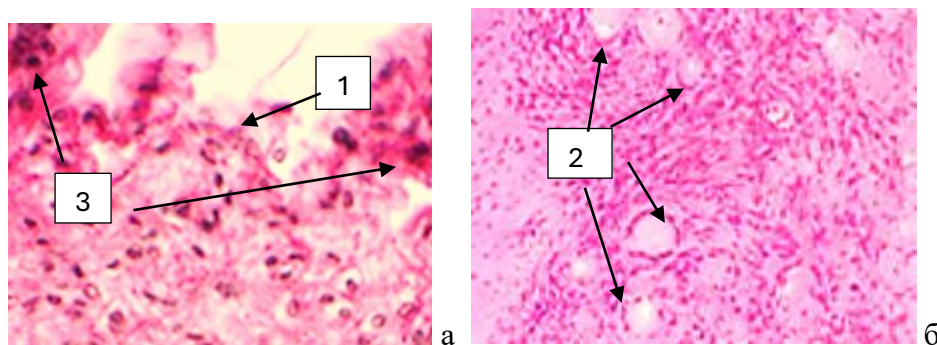


Рисунок. 3. Покривний епітелій та функціональний шар ендометрія матки 5-ти місячного плода великої рогатої худоби, (Забарвлення за Ван-Гізоном, х40) (рисунок авторів)

Примітки: 1 – на поверхні епітелію куполоподібні випинання; 2 - густа мережа судин; 3- слабо розвинені маткові залози

Висота клітин епітелію 26-28 мкм. Під епітелієм міститься сполучна тканина, клітини якої складають основу складок і карункулів. Вони подовжилися, набули відростків і складають широкопетлистий «синцитій» та безструктурну міжклітинну речовину. Ядра частіше овальної форми, рідше трапляються круглі, тому належать до вільних клітинних елементів. Під базальною мембраною клітини розташовані більш щільно й утворюють облямівку. Під епітелієм міститься більша кількість кровоносних судин, ніж в остеологічній тканині. Судини утворюють густу мережу. Товщина слизової оболонки в ділянці складок сягає в середньому 406 мкм, висота карункулів 955 мкм. Маткові залози ще слабо розвинені. Розташовані вони частіше біля основи складок слизової оболонки.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Початок формування маткових залоз починається у плодів великої рогатої худоби завдовжки 22 см, на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку. Початок формування трьох оболонок: слизової, м'язової та серозної, починається у плодів великої рогатої худоби на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку. Карункули (плацентоми) закладаються у вигляді невеликих підвищень слизової оболонки на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку. Перспективою подальших досліджень буде вибір методів корекції відтворної функції корів протягом дієструсу.

Список використаної літератури

1. Kobayashi, A. and Behringer, R.R. (2003) Developmental Genetics of the Female Reproductive Tract in Mammals. Nature Reviews Genetics, 4, 969. <https://doi.org/10.1038/nrg1225>.
2. Jost, A.: Recherches sur la différenciation sexuelle de l'embryon de Lapin. III. Role des gonades foetales dans la differenciation somatique. Arch. Anat. micr. Morphol. exper. 86, 271–316 (1947).
3. O'Shaughnessy PJ, Fowler PA. Endocrinology of the mammalian fetal testis. Reproduction. 2011 Jan;141(1):37-46. doi: 10.1530/REP-10-0365. Epub 2010 Oct 18. PMID: 20956578.

4. Filant J, & Spencer TE (2019). Endometrial glands are essential for blastocyst implantation and decidualization in the mouse uterus. *Biol Reprod*, 88(4), 93. doi: 10.1095/biolreprod.113.107631.
5. Cooke PS, Ekman GC, Kaur J, Davila J, Bagchi IC, Clark SG, ... Bartol FF (2012). Brief exposure to progesterone during a critical neonatal window prevents uterine gland formation in mice. *Biol Reprod*, 86(3), 63. doi: 10.1095/biolreprod.111.097188.
6. Gray CA, Burghardt RC, Johnson GA, Bazer FW, & Spencer TE (2002). Evidence that absence of endometrial gland secretions in uterine gland knockout ewes compromises conceptus survival and elongation. *Reproduction*, 124(2), 289–300.
7. Gray CA, Taylor KM, Ramsey WS, Hill JR, Bazer FW, Bartol FF, & Spencer TE (2001). Endometrial glands are required for preimplantation conceptus elongation and survival. *Biol Reprod*, 64(6), 1608–1613. doi: 10.1095/biolreprod64.6.1608.
8. Filant J, & Spencer TE (2018). Endometrial glands are essential for blastocyst implantation and decidualization in the mouse uterus. *Biol Reprod*, 88(4), 93. doi: 10.1095/biolreprod.113.107631.
9. Burton GJ, Watson AL, Hempstock J, Skepper JN, & Jauniaux E (2002). Uterine glands provide histiotrophic nutrition for the human fetus during the first trimester of pregnancy. *J Clin Endocrinol Metab*, 87(6), 2954–2959. doi: 10.1210/jcem.87.6.8563.
10. Lewis GS, Basha SMM, Bazer FW, Roberts RM, Thatcher WW. Proteins originating from bovine and porcine blastocysts. *Proceedings of the American Society of Animal Science* p. 1979:313.
11. Hansen TR, Henkes LK, Ashley RL, Bott RC, Antoniazzi AQ, Han H. Endocrine actions of interferon-tau in ruminants. *Society of the Study of Reproduction and Fertility Supplement*. 2010;67:325–340. doi: 10.7313/upo9781907284991.026.
12. Sobel DO, Ahvazi B, Amjad F, Mitnaul L, Pontzer C. Interferon-tau inhibits the development of diabetes in NOD mice. *Autoimmunity*. 2008;41:543–53. doi: 10.1080/08916930802194195.
13. Горальський, Л. П., Хомич, В.Т., & Кононський, О.І. (2015). Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи досліджень у нормі та при патології (Л. П. Горальський, ред.) (3-є вид.). Полісся, <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/3788>.

Irina Bondarenko,

PhD in Veterinary Sciences, Assistant Professor
Odesa State Agrarian University
65012, 13 Panteleimonivska Str., Odesa, Ukraine
bondarenkoirina173@gmail.com
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1019-3446>

Zhanna Korenyeva,

PhD in Veterinary Sciences, Assistant Professor
Odesa State Agrarian University
65012, 13 Panteleimonivska Str., Odesa, Ukraine
koreneva-z@ukr.net
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2730-5990>

Hanna Omelchenko,

PhD in Veterinary Sciences, Assistant Professor
Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9389-8400>
anna.omelchenko@pdau.edu.ua

Natalia Avramenko,
PhD in Veterinary Sciences, Assistant Professor
Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1920-5757>
nataliia.avramenko@pdaa.edu.ua

MORPHOLOGICAL AND HISTOLOGICAL FEATURES OF ENDOMETRIAL FORMATION IN CATTLE FETUSES.

Abstract

The results of scientific research do not provide a complete understanding of the morphological and histological features of endometrium formation in bovine fetuses. This knowledge is crucial for selecting methods of correction and stimulation during pregnancy, especially for the formation of the maternal part of the placenta during estrus. The data obtained will help to improve herd reproductive rates and, as a result, maximize the efficiency of meat and dairy production. Since the endometrium provides for all the needs of the zygote before the placenta forms, as well as the biophysical component during implantation, detailed knowledge of its development during the embryonic stage, long before other components of the reproductive system are established, is necessary. The specific features of the morpho-histological development of the uterine mucosa in female fetuses provide fundamental knowledge of complex biological processes such as the formation of the maternal part of the placenta during the excitation phase, implantation, and pregnancy. Understanding the physiological features of the histogenesis of the endometrial epithelium, which creates the internal uterine environment, is necessary to comprehend its corrected influence on the conditions of the external postnatal environment.

The results of a study on the endometrium of bovine fetuses at 3 months of gestation show that in the female fetus, the uterine horns and body are completely separated, and the laying down of all membranes begins. The endometrium is covered with a single-layered columnar epithelium. The formation of uterine glands begins in bovine fetuses that are 22 cm long, in the 4th month of intrauterine development. Caruncles (placentomes) are laid down as small elevations of the mucosa in the 4th month of intrauterine development. In the 5th month of intrauterine development, the caruncles have a mushroom-like shape, protrude into the lumen of the uterine horn, and their epithelium consists of a single layer of narrow and tall cells. In the 5th month of intrauterine development, the caruncles have a mushroom-like shape, protrude into the lumen of the uterine horn, and their epithelium consists of a single layer of narrow and tall cells.

Keywords: *endometrial formation, histological features of the uterine mucosal epithelium, fetus, cows.*

Reference

1. Kobayashi, A. and Behringer, R.R. (2003) Developmental Genetics of the Female Reproductive Tract in Mammals. *Nature Reviews Genetics*, 4, 969. <https://doi.org/10.1038/nrg1225>.
2. Jost, A.: Recherches sur la différenciation sexuelle de l'embryon de Lapin. III. Role des gonades foetales dans la différenciation somatique. *Arch. Anat. micr. Morphol. exper.* 86, 271–316 (1947).
3. O'Shaughnessy PJ, Fowler PA. Endocrinology of the mammalian fetal testis. *Reproduction*. 2011 Jan;141(1):37-46. doi: 10.1530/REP-10-0365. Epub 2010 Oct 18. PMID: 20956578.
4. Filant J, & Spencer TE (2019). Endometrial glands are essential for blastocyst implantation and decidualization in the mouse uterus. *Biol Reprod*, 88(4), 93. doi: 10.1095/biolreprod.113.107631.
5. Cooke PS, Ekman GC, Kaur J, Davila J, Bagchi IC, Clark SG, ... Bartol FF (2012). Brief exposure to progesterone during a critical neonatal window prevents uterine gland formation in mice. *Biol Reprod*, 86(3), 63. doi: 10.1095/biolreprod.111.097188.

6. Gray CA, Burghardt RC, Johnson GA, Bazer FW, & Spencer TE (2002). Evidence that absence of endometrial gland secretions in uterine gland knockout ewes compromises conceptus survival and elongation. *Reproduction*, 124(2), 289–300.
7. Gray CA, Taylor KM, Ramsey WS, Hill JR, Bazer FW, Bartol FF, & Spencer TE (2001). Endometrial glands are required for preimplantation conceptus elongation and survival. *Biol Reprod*, 64(6), 1608–1613. doi: 10.1095/biolreprod64.6.1608.
8. Filant J, & Spencer TE (2018). Endometrial glands are essential for blastocyst implantation and decidualization in the mouse uterus. *Biol Reprod*, 88(4), 93. doi: 10.1095/biolreprod.113.107631.
9. Burton GJ, Watson AL, Hempstock J, Skepper JN, & Jauniaux E (2002). Uterine glands provide histiotrophic nutrition for the human fetus during the first trimester of pregnancy. *J Clin Endocrinol Metab*, 87(6), 2954–2959. doi: 10.1210/jcem.87.6.8563.
10. Lewis GS, Basha SMM, Bazer FW, Roberts RM, Thatcher WW. Proteins originating from bovine and porcine blastocysts. *Proceedings of the American Society of Animal Science* p. 1979:313.
11. Hansen TR, Henkes LK, Ashley RL, Bott RC, Antoniazzi AQ, Han H. Endocrine actions of interferon-tau in ruminants. *Society of the Study of Reproduction and Fertility Supplement*. 2010;67:325–340. doi: 10.7313/upo9781907284991.026.
12. Sobel DO, Ahvazi B, Amjad F, Mitnaul L, Pontzer C. Interferon-tau inhibits the development of diabetes in NOD mice. *Autoimmunity*. 2008;41:543–53. doi: 10.1080/08916930802194195.
13. Goralsky, L. P., Khomych, V. T., & Kononsky, O. I. (2015). *Fundamentals of histological techniques and morphofunctional research methods in normal and pathological conditions* (L. P. Goralsky, ed.) (3rd ed.). Polissya, <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/3788>.

Стаття надійшла до редакції 5 травня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 17 травня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.04

УДК 636.09:616-089.84:[616.5:616.74]

Іван Мокієнко,

здобувач наукового ступеня доктора філософії, кафедри хірургії та акушерства,
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID ID 0009-0008-5725-3953

email: ivan.mokiienko@pdau.edu.ua

РЕФЕРЕНТНИЙ АНАЛІЗ ШОВНОГО МАТЕРІАЛУ «PWL» ТА ШОВКУ ПРИ ШКІРНО-М'ЯЗОВИХ З'ЄДНАННЯХ

Анотація

У представленій статті наведено результати дослідження, що присвячене порівнянню ефективності двох типів шовних матеріалів - полімерного матеріалу PWL (полівалеролактон, монофіламент), розробленого НВО «Біополімер», м. Полтава, та традиційного шовку - при ушиванні шкірно-м'язових ран, зокрема при операціях з доступом через серединний розріз черевної стінки. Під час проведення хірургічного втручання особливу увагу було приділено характеру загоєння післяопераційної рани. Встановлено, що регенерація тканин шляхом первинного натягу відбувалась значно ефективніше у групі тварин, яким для ушивання було використано нитку PWL. Зокрема, у 90% випадків у цій групі спостерігалось нормальне загоєння без ускладнень. Натомість при застосуванні комбінації кетгуту та шовку показник загоєння первинним натягом становив лише 70%. Це свідчить про вищу біологічну інертність полімерного матеріалу PWL, що зменшує імовірність виникнення запальних ускладнень. Частота виявлення лігатурних заростків (ознака реакції організму на сторонній матеріал) при застосуванні традиційного шовку була вдвічі вищою, ніж при використанні PWL. У 30% тварин, яким ушивання проводилось шовком і кетгуттом, спостерігалися серйозні ускладнення, зокрема нагноєння швів та неспроможність загоєння, що не реєструвались у випадку використання PWL. Дослідження також показало, що вже з другого післяопераційного дня у тварин, яким було проведено ушивання рани ниткою PWL, значно зменшувалась ексудація з рани. Це зумовлювало зникнення запального набряку і сприяло швидшому зростанню тканинного дефекту. Менш виражена місцева реакція на шовний матеріал у свою чергу сприяла загальному поліпшенню післяопераційного періоду.

Таким чином, отримані результати доводять, що вибір шовного матеріалу має принципове значення для перебігу післяопераційного періоду та кінцевого результату хірургічного втручання. PWL є перспективною альтернативою традиційним шовним матеріалам, оскільки забезпечує меншу кількість ускладнень, пришвидшує процес загоєння та демонструє високу біосумісність із тканинами організму.

Ключові слова: хірургія, операційні рани, загоєння ран, полівалеролактон.

Вступ. Вибір шовного матеріалу є ключовим фактором, який визначає успіх хірургічного втручання, особливо при з'єднанні шкіри та м'язів, де потрібні водночас міцність, еластичність та біосумісність [1 – 4]. Шовк, як один із найбільш поширених шовних матеріалів, продовжує використовуватись

завдяки гарній керованості та помірній вартості. Однак деякі дослідження вказують на здатність викликати посилену тканинну реакцію, капілярну проникність та підвищений ризик інфекцій [5 – 7, 27, 32]. Натомість синтетичні шви нового покоління, зокрема поліестери з полімерними покриттями (типу «PWL» - polyester with lubricant), розроблені для зниження запальної відповіді, мікробної адгезії та збереження фізико-механічних властивостей на тривалий час [1, 8 – 10, 22]. Такі шви демонструють стабільні показники міцності при натягу та меншу частоту утворення післяопераційних ускладнень [19]. Порівняльний аналіз за участю PWL-ниток показав вищий рівень тканинної резистентності у порівнянні з шовком у м'язово-шкірних з'єднаннях, з менш вираженою грануляційною реакцією та нижчим рівнем бактеріального обсіменіння [14 – 18]. Окремі дані вказують на перевагу сучасних шовних матеріалів у пацієнтів з високими факторами ризику розвитку тканинних інфекцій. При використанні поліестерних ниток із покриттям, значно рідше фіксується утворення фіброзних капсул і гігантських клітин, що свідчить про високу біосумісність. У контексті розвитку сучасної ветеринарної та експериментальної хірургії все більшого значення набуває обґрунтований вибір шовного матеріалу, що забезпечує мінімальну тканинну реакцію, надійну фіксацію рани та швидке загоєння [15, 11, 13, 6].

Вітчизняні дослідження останніх років, вказують на переваги використання синтетичних абсорбційних матеріалів нового покоління, зокрема полівалеролактону (PWL), у порівнянні з традиційними, такими як шовк. PWL має вищу біосумісність, сприяє швидшому зменшенню ексудації та запального набряку, знижує ймовірність розвитку нориць і забезпечує кращу якість загоєння ран порівняно з шовком [5, 12, 30, 7].

Характеристика шовного матеріалу має широкі варіаційні межі та включає багато параметрів [20 – 25]. Одним з основних параметрів шовного матеріалу є вплив осьового скручування на руйнування шовних вузлів. встановлено, що максимальне навантаження на руйнування зменшилося у вузлах, зав'язаних у кінцевих петлях, що містять більше скручувань, для деяких типів та розмірів шва. З 4 скручуваннями, 0-PDO, 1 PDO та 2-0 *Nylon* мали більшу ймовірність руйнування у вузлі, ніж вузли з 0 скручуваннями. Усі шви, що містять 10 скручувань, окрім 3-0 *Monoderm*, мали більшу ймовірність руйнування у вузлі, ніж вузли з 0 скручуваннями. Кількість скручувань у кінцевій петлі може не збільшувати ризик руйнування у вузлі, однак, вона може зменшити максимальне навантаження на руйнування, особливо зі збільшенням розміру шва [31]. Всі типи вузлів суттєво впливають на початкове зусилля та видовження шовних матеріалів, а також впливають на зусилля та видовження, при яких розриваються вузлові петлі. Оцінка впливу типу використаного матеріалу, конфігурації вузла та використання додаткового кидка на зусилля розтягування при руйнуванні, видовження та способі руйнування різних конфігурацій лінійних швів та вузлових шовних петель [16, 17]. Встановлено значні відмінності в міцності вузла та навантаженні на розрив між різними типами швів. При порівнянні міцності, на розрив, ковзних вузлів з міцністю на

розрив вузлів 3-1-1 з використанням нейлонових шовних матеріалів 10-0 встановлено, що середня сила, що призводила до руйнування вузла 3-1-1 та ковзного вузла, становила 0,71 та 0,64 Н відповідно ($P = 0,048$). У нейлонових шовних матеріалах 10-0 вузол 3-1-1 має статистично значуще більшу міцність на розтяг, ніж ковзний вузол, в умовах, коли вони руйнуються внаслідок розриву або розплутування [12, 18]. При порівнянні різних шовних матеріалів з калібром 3-0 (шовк, політетрафторетилен, поліпропілен, поліестер, поліглактин 910, полігліколева кислота, поліглекапрон 25, полідіоксанон) встановлено, що полідіоксанон отримав найвищі значення міцності на розтяг та видовження, політетрафторетилен продемонстрував найстабільнішу міцність на розтяг навіть при найнижчому значенні [29].

Підбір шовного матеріалу залишається складним завданням. Перш ніж приймати обґрунтоване рішення, необхідно враховувати відмінності в міцності та стабільності між шовними матеріалами та методами. Переваги використання полідіоксанону полягає у високій міцності на розтяг, незалежно від використовуваного методу швів, а політетрафторетилен демонструє довготривалу стабільність [19 – 21].

Існуючі на сьогодні традиційні хірургічні нитки потребують удосконалення фізичних та біологічних властивостей, що було нами виявлено під час порівняння сучасного шовного матеріалу *PWL* з традиційним шовком. Отриманні нами результати доводять що шовний матеріал може суттєво впливати на результати хірургічного втручання та може бути однією з причин післяопераційних ускладнень.

Мета провести референтний аналіз шовного матеріалу «*PWL*» з натуральним шовком за рядом клінічних та морфологічних показників при шкірно-м'язових з'єднаннях з метою визначення доцільності використання сучасного матеріалу у хірургії. Обґрунтувати доцільність застосування абсорбційного синтетичного шовного матеріалу для ушивання шкірно-м'язових ран у свиней.

Виклад основного матеріалу дослідження. Клінічні дослідження були проведені в період з 2023–2024 рр. на базі свиноферми ФОП Худолей с. Мильці Полтавського району. Для порівняльного аналізу шовного матеріалу *PWL*» (полівалеролактон, монофіламент, виробництва НВО «Біополімер», Полтава) та шовного матеріалу з шовку для закриття шкірно-м'язевих ран після кастрації помісних свинок породи велика біла та П'єтрен, віком 2 місяці. Було сформовано дві групи тварин ($n=20$) по 10 голів у кожній, яким була проведена оваріоектомія з лапаротомією через вентральну частину черевної стінки. Тваринам першої (контрольної) групи на шкіру накладали вузли з шовку, а тваринам другої (дослідної) групи накладали нитки «*PWL*» (полівалеролактон, монофіламент НВО «Біополімер», м. Полтава). Рани аерозольно обробляли хемі спреєм, та алю-спреєм. Тварин фіксували на спині з кутом нахилу в 45° . Під шкіру по білій лінії на рівні останнього соска вводили по 20-30 мл 0,25%-вого розчину новокаїну.

Потім скальпелем по білій лінії роз'єднували шкіру, підшкірну клітковину та сухожильні пластинки м'язів на відстань 5 см. Черевну стінку виводили пінцетом, виводили в рану та розсікали ножицями. Потім вводили в черевну порожнину вказівний та середній пальці лівої руки та знаходили яєчник та виводили назовні. На зв'язку яєчника накладали гемостатичний пінцет. Таким же чином знаходили інший яєчник. Під кожний пінцет підводили лігатуру та перев'язували зв'язки яєчників, а потім зрізали скальпелем. Рану черевної стінки закривали двоповерховим швом: перший безперервний шов накладали на очеревику з фасціями, другий вузликуватий – на шкіру та поверхневу фасцію з підшкірною клітковиною. У післяопераційний період (до моменту зняття швів) враховували зміни локальних показників: стан країв рани та отворів прокольного каналу навколо лігатур, наявність скоринок на ранах, їх колір та ступінь ексудації. Крім того враховували наявність почервоніння, локальне підвищення температури, наявність запального набряку, його консистенцію та болючість при пальпації. Розмір запального набряку вимірювали за допомогою лінійки з ціною поділки 1 мм. Отриманий експериментальний матеріал опрацьовували статистично з визначенням середнього арифметичного (M), та його похибки (m).

Експериментальне дослідження, на моделі оварієктомії свині з використанням середнього розрізу, показало, що загоєння ран було кращим з використанням синтетичного шовного матеріалу PWL (поліестер з покриттям), ніж в комбінації кетгуту та шовку. Зокрема, загоєння ран первинним натягом спостерігалось у 90% тварин у групі PWL порівняно з 70% у групах кетгуту та шовку. Це може означати, що PWL є більш біоінертним і що реакції тканини менш виражені після імплантації (табл. 1).

Таблиця 1

Перебіг загоєння післяопераційних ран

Показник	Шовний матеріал			
	Кетгут та шовк		PWL	
Загальна кількість тварин	10	100%	10	100%
Загоєння ран за первинним натягом	7	70	9	90
Загоєння ран за вторинним натягом	3	30	1	10

Що стосується післяопераційних ускладнень, ми виявили, що тварини, яким наклали шви кетгутом і шовком, мали більш високу частоту лігатурної фістули (30 % проти 10 % у групі PWL), а також ускладнень, таких як неспроможність шва до загоєння (10 %) і нагноєння (20 %), які не спостерігалися в групі PWL (табл. 2). Порівняння різних матеріалів хірургічного доступу виявило наступні закономірності. У тварин, де застосовували кетгут і шовк, відсоток загоєння операційних ран при первинному натягу становив 70 %, а в групі PWL – 90 %. Отже, діагностування лігатурної нориці через реакцію на шовний матеріал

зустрічалася вдвічі частіше, ніж у групі *PWL*. Крім того, у 30 % цих тварин виникли ускладнення, які не були зафіксовані в інших випадках – неспроможність швів і нагноєння.

Таблиця 2

Частота післяопераційних ускладнень

Показник	Шовний матеріал			
	кетгут та шовк		<i>PWL</i>	
Загальна кількість тварин	10	100	10	100
Реакція на шовний матеріал (лігатурні нориці)	3	30	1	10
Неспроможність швів	1	10	-	-
Нагноєння швів	2	20	-	-
Необхідність зняття швів	так		так	

Найвищий відсоток післяопераційних ускладнень спостерігався при накладенні серединного шва, причому стінки матки та черевної порожнини з'єднували кетгутувими, а шкіру – шовковим шовним матеріалом. Зокрема, були виявлені реакції тварин на шовний матеріал: у 10% тварин було діагностовано незагоєння ран, у 20% – нагноєння лінії шва. Водночас вищевказані ускладнення виникали і при застосуванні *PWL*, але лише у 10% тварин, у вигляді лігатурних нориць, що, на нашу думку, пов'язане не з проблемами самого шовного матеріалу, а з недостатньою вентиляцією операційної рани. Порівняльна оцінка пацієнтів, які використовували комбінацію кетгутувих і шовкових швів на завершальному етапі операції, показала, що частота лігатурних свищів була однаковою у пацієнтів, які використовували різні шовні матеріали, але частота неспроможності швів була вищою (10%) і нагноєння швів також було вищим (20%).

Отже, на відміну від застосованого шовного матеріалу *PWL* шовк, накладений на шкірну операційну рану потрібно видаляти. При цьому, слід враховувати закладену більшу їх механічну міцність у порівнянні із шовком, яка зумовлює меншу ймовірність розвитку неспроможності швів, що стосується насамперед медіанного доступу. Отримані нами результати узгоджуються з даними *Nguyen et al.* (2023), які показали, що поліестерові шовні матеріали з антимікробним покриттям демонструють значно меншу частоту післяопераційних інфекцій та краще збереження структури тканин, ніж натуральні нитки [20]. Крім того шовк є більш реактогенним матеріалом через високий вміст білкових компонентів, які можуть викликати імунну відповідь. Ці результати співпадають з висновками *Kumar & Thomas* (2022), які вказують на підвищену ймовірність колонізації шовку бактеріями через його високу капілярність та відсутність антибактеріальних властивостей [10, 12].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Встановлено, що регенерація ран первинним натягом спостерігалася частіше при використанні шовного матеріалу *PWL*. Частка тварин із загоєнням операційної рани за

первинним натягом у випадку застосування кетгуту та шовку становила 70%, а при використанні шовного матеріалу *PWL* – 90%. *PWL*. У 30% тварин спостерігали ускладнення, які не були зафіксовані в інших випадках – неспроможність загоювання швів та їх нагноєння. Доведено, що шовний матеріал *PWL* має меншу ексудацію рани, що у свою чергу, сприяє швидкому зменшенню запального набряку та зростанню дефекту.

Список використаної літератури

1. Alves P., Lima A., Santos C. Advances in synthetic suture materials for tissue repair *International Journal of Biomaterials*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/8832947>.
2. Avoine X., Lussier B., Brailovski V., Inaekyan K., Beauchamp G. Evaluation of the effect of 4 types of knots on the mechanical properties of 4 types of suture material used in small animal practice. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2016. Vol. 80, № 2. P. 162–170.
3. Boone S. S., Hernandez S. M., Divers S. J. Evaluation of four suture materials for surgical incision closure in Siberian sturgeon. *Transactions of the American Fisheries Society*. 2013. Vol. 142, № 3. P. 649–659. DOI: <https://doi.org/10.1080/00028487.2013.763857>.
4. Cosford K., Hoessler C., Shmon C. Evaluation of a first-year veterinary surgical skills laboratory: A retrospective review. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2019. Vol. 46, № 4. P. 423–428. DOI: <https://doi.org/10.3138/jvme.1017-143r1>.
5. Costanzo G., Linta N., Diana A. Case report: Ultrasonographic assessment of early leakage in intestinal sutures in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023. Vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1094287>.
6. Etter S. W., Ragetly G. R., Schaeffer D. J. Effect of using triclosan-impregnated suture for incisional closure on surgical site infection and inflammation following tibial plateau leveling osteotomy in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2013. Vol. 242, № 3. P. 355–358. – DOI: <https://doi.org/10.2460/javma.242.3.355>.
7. Gaber M., Abdel-Wahed R. Suture coding: A novel educational guide for suture patterns. *Journal of Surgical Education*. 2015. Vol. 72, № 5. P. 995–1004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2015.04.005>.
8. Ivanov I. I. Biocompatibility and effectiveness of modern suture materials in veterinary surgical practice. *Veterinary Surgery and Biotechnology*. 2022. Vol. 7, № 2. P. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.32748/vsb2022.02.045>. – (in Ukrainian).
9. König L., Klopffleisch R., Gruber A. D. Prevalence of biofilms on surgical suture segments in wounds of dogs, cats, and horses. *Veterinary Pathology*. 2015. Vol. 52, № 2. P. 295–297. DOI: <https://doi.org/10.1177/0300985814535609>.
10. S., Thomas L. Microbial colonization of surgical sutures: A comparison of silk and modern polymer-based materials. *Surgical Infections*. 2022. Vol. 23, № 1. P. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.1089/sur.2022.0034>.
11. Kuzmenko M. P., Chernenko T. S. Morphological evaluation of tissue reaction to synthetic monofilament sutures in experimental animals. *Scientific Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2020. № 4. P. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.31210/2415-8240-2020-4-79-85>. (in Ukrainian).
12. Lee J., Patel D. Biocompatibility and long-term performance of absorbable and non-absorbable sutures in dermal-muscular closures. *Clinical Surgical Science*. 2024. Vol. 16, № 1. P. 14–21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12012-024-00298-9>.
13. Li S., Guo Y. Z., Zhou Z. L., et al. Biomechanical and tissue reaction: The effects of varying sutures size on canine abdominal wall stitching. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023. Vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1254998>.

14. Lopez J. M., Garcia R., El-Amin S. Histomorphometric comparison of absorbable and non-absorbable sutures in muscle-skin junctions. *Surgical Science*. 2020. Vol. 11, № 6. P. 278–285. DOI: <https://doi.org/10.4236/ss.2020.116031>.
15. Lutchman C. R., Leung L. H., Moineddin R., Chew H. F. Comparison of tensile strength of slip knots with that of 3-1-1 knots using 10-0 nylon sutures. *Cornea*. 2014. Vol. 33, № 4. – P. 414–418. DOI: <https://doi.org/10.1097/ICO.000000000000063>.
16. Mankin K. M. T., Cohen N. D. Randomized, controlled clinical trial to assess the effect of antimicrobial-impregnated suture on the incidence of surgical site infections in dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2020. Vol. 257, № 1. P. 62–69. DOI: <https://doi.org/10.2460/javma.257.1.62>.
17. Martins P. A., dos Santos L., Ribeiro F. Clinical outcomes of antibacterial-coated synthetic sutures in high-risk surgical wounds. *Wound Repair and Regeneration*. 2022. Vol. 30, № 4. P. 487–494. DOI: <https://doi.org/10.1111/wrr.12980>.
18. Marturello D. M., McFadden M. S., Bennett R. A., Ragetly G. R., Horn G. Knot security and tensile strength of suture materials // *Veterinary Surgery*. 2014. Vol. 43, № 1. P. 73–79. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.12076.x>.
19. Mohammed A., Rabo J. S., Ibrahim A. A. Reaction of skin to suture materials in Borno white goats. *Small Ruminant Research*. 1995. Vol. 16, № 2. P. 191–194. DOI: [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(95\)00630-6](https://doi.org/10.1016/0921-4488(95)00630-6).
20. T., Brown R., Li Y. Antimicrobial-coated sutures: A review of clinical outcomes and infection prevention. *Journal of Surgical Research*. 2023. Vol. 279. P. 112–119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.03.012>.
21. Pascoletti G., Pressanto M. C., Zanetti E. M. Tensile behavior of surgical sutures: An experimental study. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2020. Vol. 109. – 103803. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.103803>.
22. Regier P. J., Smeak D. D., McGilvray K. C. Ex vivo comparison of intradermal closures with conventional monofilament suture vs unidirectional barbed suture in dogs. *Veterinary Surgery*. 2023. Vol. 48, № 8. P. 1399–1405. DOI: <https://doi.org/10.1111/vsu.13271>.
23. Rodriguez J., Wang F., Cooper M. Tensile strength and tissue response of new-generation polyester sutures. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2021. Vol. 109, № 4. P. 841–848. DOI: <https://doi.org/10.1002/jbm.b.34890>.
24. Shaver S. L., Yamada N., Hofmeister E. H. Retention of basic suturing skills with brief or extended practice in veterinary students. *Veterinary Surgery*. 2020. Vol. 49, № 6. P. 1239–1245.
25. Shevchenko O. V., Hrytsenko L. M. Comparative characteristics of silk and synthetic absorbable sutures in postoperative wound healing in pigs. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*. 2021. Vol. 27, № 4. P. 112–118. DOI: <https://doi.org/10.32528/ujvs.27.4.112>. (in Ukrainian).
26. Shivley J. M., Brookshire W. C., Woodruff K. A. A randomized trial to compare smooth monofilament suture vs. barbed suture using the three-layer continuous closure technique in canine ovariohysterectomy. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024. Vol. 11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1365213>.
27. Singh H., Gupta R., Mehta A. Comparison of suture materials in soft tissue surgery: A review. *Journal of Clinical and Experimental Surgery*. 2021. Vol. 9, № 2. P. 102–107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jces.2021.02.008>.
28. Soufdoost R. S., Mosaddad S. A., Barkhordari A., et al. Surgical suture assembled with tadalafil/polycaprolactone drug delivery for vascular stimulation around wound: Validated in a preclinical model. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2020. Vol. 10, № 5. P. 6317–6327. DOI: <https://doi.org/10.33263/BRIAC105.63176327>.
29. Taysi A. E., Ercal P., Sismanoglu S. Comparison between tensile characteristics of various suture materials with two suture techniques: An in vitro study // *Clinical Oral Investigations*. 2021. Vol. 25, № 11. P. 6393–6401. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-021-03943-3>.

30. Tzimtzimis E., Papazoglou L. Properties of sutures used in veterinary surgery. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2012. Vol. 63, № 4. P. 301–313.
31. Villagomez A., Borja T., Caicedo A., et al. Histological and microbiological evaluation of surgical wound closure in mouse skin with cyanoacrylate (Histoacryl®) in comparison to poliglecaprone (Monocryl®) traditional suture // *Veterinary and Animal Science*. 2021. Vol. 13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100180>.
32. Whyte M. A., Upchurch D. A., Stroda S. Axial twisting within an ending loop of a continuous suture pattern affects the biomechanical properties of knots of certain suture sizes and types. *American Journal of Veterinary Research*. 2023. Vol. 84, № 7. DOI: <https://doi.org/10.2460/ajvr.23.01.0003>.
33. Kwon M., Chen J., Han S. Tissue response to coated polyester sutures in comparison to silk in deep closures. *Annals of Surgical Innovation and Research*. 2023. Vol. 17, № 1. P. 23–31. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13022-023-00214-5>.

Ivan Mokiienko,

PhD student,

Faculty of Veterinary Medicine, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

e-mail: ivan.mokiienko@pdau.edu.ua

ORCID ID: 0009-0008-5725-3953

REFERENT ANALYSIS OF “PWL” AND SILK SUTURE MATERIALS IN SKIN-MUSCLE JUNCTIONS

Abstract

The presented article provides the results of a study dedicated to comparing the effectiveness of two types of suture materials—a polymeric material, PWL (polyvalerolactone, monofilament), developed by NGO “Biopolymer,” Poltava, and traditional silk—for suturing skin-muscle wounds, particularly in operations with access through a median incision of the abdominal wall. During the surgical procedure, special attention was paid to the nature of postoperative wound healing. It was established that tissue regeneration by primary intention occurred significantly more effectively in the group of animals where the PWL thread was used for suturing. Specifically, in 90% of cases in this group, normal healing without complications was observed. In contrast, when a combination of catgut and silk was used, the primary intention healing rate was only 70%. This indicates a higher biological inertness of the polymeric material PWL, which reduces the likelihood of inflammatory complications. The frequency of ligature granuloma detection (a sign of the body's reaction to a foreign material) when using traditional silk was twice as high as when using PWL. In 30% of animals whose wounds were sutured with silk and catgut, serious complications were observed, including purulent suture infections and healing failure, which were not registered in cases using PWL. The study also showed that as early as the second postoperative day, animals whose wounds were sutured with PWL thread had a significant reduction in wound exudation. This led to the disappearance of inflammatory edema and promoted faster tissue defect growth. The less pronounced local reaction to the suture material, in turn, contributed to the overall improvement of the postoperative period.

Thus, the obtained results prove that the choice of suture material is of fundamental importance for the course of the postoperative period and the final result of a surgical intervention. PWL is a promising alternative to traditional suture materials, as it ensures fewer complications, accelerates the healing process, and demonstrates high biocompatibility with the body's tissues.

Keywords: surgery, surgical wounds, wound healing, polyvalerolactone.

Reference

1. Alves P., Lima A., Santos C. Advances in synthetic suture materials for tissue repair *International Journal of Biomaterials*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/8832947>.
2. Avoine X., Lussier B., Brailovski V., Inaekyan K., Beauchamp G. Evaluation of the effect of 4 types of knots on the mechanical properties of 4 types of suture material used in small animal practice. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2016. Vol. 80, № 2. P. 162–170.
3. Boone S. S., Hernandez S. M., Divers S. J. Evaluation of four suture materials for surgical incision closure in Siberian sturgeon. *Transactions of the American Fisheries Society*. 2013. Vol. 142, № 3. P. 649–659. DOI: <https://doi.org/10.1080/00028487.2013.763857>.
4. Cosford K., Hoessler C., Shmon C. Evaluation of a first-year veterinary surgical skills laboratory: A retrospective review. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2019. Vol. 46, № 4. P. 423–428. DOI: <https://doi.org/10.3138/jvme.1017-143r1>.
5. Costanzo G., Linta N., Diana A. Case report: Ultrasonographic assessment of early leakage in intestinal sutures in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023. Vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1094287>.
6. Etter S. W., Ragetly G. R., Schaeffer D. J. Effect of using triclosan-impregnated suture for incisional closure on surgical site infection and inflammation following tibial plateau leveling osteotomy in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2013. Vol. 242, № 3. P. 355–358. – DOI: <https://doi.org/10.2460/javma.242.3.355>.
7. Gaber M., Abdel-Wahed R. Suture coding: A novel educational guide for suture patterns. *Journal of Surgical Education*. 2015. Vol. 72, № 5. P. 995–1004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2015.04.005>.
8. Ivanov I. I. Biocompatibility and effectiveness of modern suture materials in veterinary surgical practice. *Veterinary Surgery and Biotechnology*. 2022. Vol. 7, № 2. P. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.32748/vsb2022.02.045>. – (in Ukrainian).
9. König L., Klopffleisch R., Gruber A. D. Prevalence of biofilms on surgical suture segments in wounds of dogs, cats, and horses. *Veterinary Pathology*. 2015. Vol. 52, № 2. P. 295–297. DOI: <https://doi.org/10.1177/0300985814535609>.
10. S., Thomas L. Microbial colonization of surgical sutures: A comparison of silk and modern polymer-based materials. *Surgical Infections*. 2022. Vol. 23, № 1. P. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.1089/sur.2022.0034>.
11. Kuzmenko M. P., Chernenko T. S. Morphological evaluation of tissue reaction to synthetic monofilament sutures in experimental animals. *Scientific Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2020. № 4. P. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.31210/2415-8240-2020-4-79-85>. (in Ukrainian).
12. Lee J., Patel D. Biocompatibility and long-term performance of absorbable and non-absorbable sutures in dermal-muscular closures. *Clinical Surgical Science*. 2024. Vol. 16, № 1. P. 14–21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12012-024-00298-9>.
13. Li S., Guo Y. Z., Zhou Z. L., et al. Biomechanical and tissue reaction: The effects of varying sutures size on canine abdominal wall stitching. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023. Vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1254998>.
14. Lopez J. M., Garcia R., El-Amin S. Histomorphometric comparison of absorbable and non-absorbable sutures in muscle-skin junctions. *Surgical Science*. 2020. Vol. 11, № 6. P. 278–285. DOI: <https://doi.org/10.4236/ss.2020.116031>.
15. Lutchman C. R., Leung L. H., Moineddin R., Chew H. F. Comparison of tensile strength of slip knots with that of 3-1-1 knots using 10-0 nylon sutures. *Cornea*. 2014. Vol. 33, № 4. – P. 414–418. DOI: <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000063>.
16. Mankin K. M. T., Cohen N. D. Randomized, controlled clinical trial to assess the effect of antimicrobial-impregnated suture on the incidence of surgical site infections in dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2020. Vol. 257, № 1. P. 62–69. DOI: <https://doi.org/10.2460/javma.257.1.62>.

17. Martins P. A., dos Santos L., Ribeiro F. Clinical outcomes of antibacterial-coated synthetic sutures in high-risk surgical wounds. *Wound Repair and Regeneration*. 2022. Vol. 30, № 4. P. 487–494. DOI: <https://doi.org/10.1111/wrr.12980>.
18. Marturello D. M., McFadden M. S., Bennett R. A., Ragetly G. R., Horn G. Knot security and tensile strength of suture materials // *Veterinary Surgery*. 2014. Vol. 43, № 1. P. 73–79. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.12076.x>.
19. Mohammed A., Rabo J. S., Ibrahim A. A. Reaction of skin to suture materials in Borno white goats. *Small Ruminant Research*. 1995. Vol. 16, № 2. P. 191–194. DOI: [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(95\)00630-6](https://doi.org/10.1016/0921-4488(95)00630-6).
20. T., Brown R., Li Y. Antimicrobial-coated sutures: A review of clinical outcomes and infection prevention. *Journal of Surgical Research*. 2023. Vol. 279. P. 112–119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.03.012>.
21. Pascoletti G., Pressanto M. C., Zanetti E. M. Tensile behavior of surgical sutures: An experimental study. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2020. Vol. 109. – 103803. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.103803>.
22. Regier P. J., Smeak D. D., McGilvray K. C. Ex vivo comparison of intradermal closures with conventional monofilament suture vs unidirectional barbed suture in dogs. *Veterinary Surgery*. 2023. Vol. 48, № 8. P. 1399–1405. DOI: <https://doi.org/10.1111/vsu.13271>.
23. Rodriguez J., Wang F., Cooper M. Tensile strength and tissue response of new-generation polyester sutures. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2021. Vol. 109, № 4. P. 841–848. DOI: <https://doi.org/10.1002/jbm.b.34890>.
24. Shaver S. L., Yamada N., Hofmeister E. H. Retention of basic suturing skills with brief or extended practice in veterinary students. *Veterinary Surgery*. 2020. Vol. 49, № 6. P. 1239–1245.
25. Shevchenko O. V., Hrytsenko L. M. Comparative characteristics of silk and synthetic absorbable sutures in postoperative wound healing in pigs. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*. 2021. Vol. 27, № 4. P. 112–118. DOI: <https://doi.org/10.32528/ujvs.27.4.112>. (in Ukrainian).
26. Shivley J. M., Brookshire W. C., Woodruff K. A. A randomized trial to compare smooth monofilament suture vs. barbed suture using the three-layer continuous closure technique in canine ovariohysterectomy. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024. Vol. 11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1365213>.
27. Singh H., Gupta R., Mehta A. Comparison of suture materials in soft tissue surgery: A review. *Journal of Clinical and Experimental Surgery*. 2021. Vol. 9, № 2. P. 102–107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jces.2021.02.008>.
28. Soufdoost R. S., Mosaddad S. A., Barkhordari A., et al. Surgical suture assembled with tadalafil/polycaprolactone drug delivery for vascular stimulation around wound: Validated in a preclinical model. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2020. Vol. 10, № 5. P. 6317–6327. DOI: <https://doi.org/10.33263/BRIAC105.63176327>.
29. Taysi A. E., Ercal P., Sismanoglu S. Comparison between tensile characteristics of various suture materials with two suture techniques: An in vitro study // *Clinical Oral Investigations*. 2021. Vol. 25, № 11. P. 6393–6401. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-021-03943-3>.
30. Tzimtzimis E., Papazoglou L. Properties of sutures used in veterinary surgery. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2012. Vol. 63, № 4. P. 301–313.
31. Villagomez A., Borja T., Caicedo A., et al. Histological and microbiological evaluation of surgical wound closure in mouse skin with cyanoacrylate (Histoacryl®) in comparison to poliglecaprone (Monocryl®) traditional suture // *Veterinary and Animal Science*. 2021. Vol. 13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100180>.
32. Whyte M. A., Upchurch D. A., Stroda S. Axial twisting within an ending loop of a continuous suture pattern affects the biomechanical properties of knots of certain suture sizes and types. *American Journal of Veterinary Research*. 2023. Vol. 84, № 7. DOI: <https://doi.org/10.2460/ajvr.23.01.0003>.

33. Kwon M., Chen J., Han S. Tissue response to coated polyester sutures in comparison to silk in deep closures. *Annals of Surgical Innovation and Research*. 2023. Vol. 17, № 1. P. 23–31. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13022-023-00214-5>.

Стаття надійшла до редакції 7 травня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 15 травня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.05

УДК 597.8. 636.02

Ганна Овчаренко,

кандидат медичних наук, асистент кафедри нормальної і патологічної морфології та судової ветеринарії

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID: <https://bit.ly/475h7qE>

e-mail: ovcharenkowitz@gmail.com

Лариса Роша,

доктор медичних наук, професор кафедри нормальної і патологічної морфології та судової ветеринарії

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1027-1467>

e-mail: roshalg@ukr.net

Жанна Коренєва,

кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри нормальної і патологічної морфології та судової ветеринарії

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2730-5990>

e-mail: koreneva-z@ukr.net

Ірина Бондаренко,

кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри нормальної і патологічної морфології та судової ветеринарії

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1019-3446>

e-mail: bondarenkoirina173@gmail.com

ГІСТОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ПЕЧІНКИ ЖАБ ВИДУ BUFO BUFO У РЕПРОДУКТИВНИЙ ПЕРІОД

Анотація

*Печінка відіграє ключову роль у метаболізмі, детоксикації та імунитеті амфібій. Її гістологічна структура є відображенням функціонального стану та може змінюватися під впливом фізіологічних і екологічних факторів. Дослідження статевих відмінностей у будові печінки жаб *Bufo bufo* у період активної репродукції (квітень) є важливим для розуміння адаптивних механізмів, пов'язаних із різними фізіологічними потребами самців та самок.*

*Мета роботи полягає у порівняльній оцінці гістологічної організації печінки самців та самок жаб виду *Bufo bufo* у репродуктивно активний період (квітень). Зразки печінки (n=10: 5 самців, 5 самиць) відловлених жаб фіксували, обробляли за стандартною гістологічною методикою та забарвлювали гематоксиліном і еозином. Проводили світлову мікроскопію для опису загальної гістологічної будови. Кількісний аналіз меланомакрофагів*

здійснювали за допомогою програми CellProfiler на 46 гістологічних зображеннях з подальшим порівняльним аналізом морфометричних параметрів залежно від статі.

Гістологічна будова печінки *Bufo bufo* характеризується одношаровою пластинчастою організацією гепатоцитів, що формують кластерні структури з розвиненою синусоїдною мережею. Меланомакрофаги виявлялися у помірній кількості в обох статей без ознак патологічної пігментації. Морфометричний аналіз не виявив статистично значущих відмінностей у розмірах та кількості меланомакрофагів між самцями та самками. Патологічних змін у структурі печінки (фіброз, некроз, запальна інфільтрація) не спостерігалось. Отримані дані є базовою інформацією про морфологічний стан печінки жаб *Bufo bufo* у весняний період. Відсутність виражених статевих відмінностей у гістологічній будові та патологічних змін може свідчити про відносно сприятливий екологічний стан досліджуваної популяції на момент відбору. Результати можуть бути використані для порівняльних екотоксикологічних досліджень, спрямованих на виявлення статевих особливостей реакції печінки амфібій на вплив забруднюючих речовин. Гістологічна організація печінки самців та самок *Bufo bufo* у квітні не має виражених статевих відмінностей і характеризується ознаками фізіологічної норми. Кількісні та морфометричні параметри меланомакрофагів також не демонструють залежності від статі. Відсутність патологічних змін свідчить про відсутність значного токсичного впливу на досліджуваних особин. Отримані результати є важливим підґрунтям для подальшого вивчення впливу екологічних факторів на печінку земноводних з урахуванням статевого диморфізму.

Ключові слова: *Bufo bufo*, печінка, гістологія, меланомакрофаги, морфометрія, статеві відмінності, репродуктивний період, амфібії, екологічна оцінка.

Вступ. Печінка є життєво важливим органом, що виконує широкий спектр метаболічних, детоксикаційних та імунних функцій у хребетних, включаючи амфібій. Гістологічна структура печінки відображає її функціональну активність та може зазнавати змін під впливом різноманітних фізіологічних та екологічних факторів. Амфібії, зокрема жаби виду *Bufo bufo*, є важливими компонентами екосистем, а їхній фізіологічний стан може слугувати індикатором здоров'я навколишнього середовища.

Існуючі дослідження демонструють, що структура печінки амфібій може варіювати залежно від виду, стадії розвитку, сезону та впливу зовнішніх факторів, таких як забруднення та паразитарні інвазії. Однак, порівняльні гістологічні дослідження печінки самців та самок жаб *Bufo bufo* у певний період річного циклу, зокрема у квітні, коли спостерігається активізація репродуктивних процесів, залишаються недостатньо вивченими.

Вивчення статевих відмінностей у гістологічній організації печінки жаб *Bufo bufo* є важливим для розуміння потенційних фізіологічних адаптацій, пов'язаних із репродуктивними функціями та метаболічними потребами самців та самок у весняний період. Квітень є критичним місяцем для багатьох видів амфібій, оскільки відбувається їхнє пробудження після зимівлі, міграція до місць розмноження та активна репродуктивна поведінка, що може суттєво впливати на функціональний стан внутрішніх органів, включаючи печінку.

Дослідження дозволить розширити фундаментальні знання про статеві особливості будови печінки у земноводних, сприяючи кращому розумінню адаптивних механізмів, пов'язаних із різними фізіологічними станами.

Гістологічні особливості печінки, такі як розмір гепатоцитів, щільність

синусоїдів, наявність та кількість меланомacroфагів, можуть відображати інтенсивність метаболічних процесів, які можуть відрізнятися у самців та самок у період підготовки до розмноження.

Отримані дані можуть слугувати базовою інформацією для оцінки впливу екологічних факторів (забруднення, зміни клімату) на стан печінки самців та самок жаб, виявляючи потенційні статеві відмінності у чутливості до стресових впливів. Гістологічний аналіз печінки може бути використаний як біомаркер для оцінки стану здоров'я популяцій жаб у природних умовах та виявлення негативних впливів антропогенних факторів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Гістологічно печінка жаб має деякі риси, спільні з іншими хребетними, однак містить і унікальні особливості. Так, значна кількість меланіну печінки відіграє роль у захисті від ультрафіолетового випромінювання.

Печінка жаби має здатність до депонування поживних речовин і продуктів обміну, що важливо для виживання в умовах змін навколишнього середовища.

Функціональна активність печінки жаб демонструє виразну сезонну змінність, що пов'язана з особливостями їх репродуктивної стратегії та підготовкою до періодів фізіологічного навантаження, таких як розмноження чи зимова сплячка. Наприклад, у виду *Rana chensinensis* [1] спостерігається помітне зростання запасів глікогену та ліпідів перед обома цими критичними періодами. Водночас рівень цих речовин змінюється залежно від типу репродуктивної стратегії, яку реалізує тварина. Ці накопичення є ключовим енергетичним джерелом, що використовується як для забезпечення метаболічних витрат під час формування статевих клітин (овоцитів і сперматозоїдів), так і для таких енерговитратних процесів, як клітинний поділ і парування.

Основними ферментами вуглеводного обміну є [1]: 1) глікогенсинтаза – каталізує синтез глікогену з глюкози, особливо активна в передзимовий період і перед розмноженням, коли енергетичні запаси накопичуються; 2) глікогенфосфорилаза – відповідає за мобілізацію глікогену, розщеплюючи його до глюкозо-1-фосфату в періоди стресу, спарювання, зимівлі; 3) глюкозо-6-фосфатаза – ключова в останньому етапі глюконеогенезу, забезпечує вихід глюкози у сироватку крові.

У печінці жаб зберігається значна кількість ліпідів [2], які використовуються як джерело енергії. Ферментативний профіль гепатоцитів складається з: 1) ліпази, яка розщеплює тригліцериди до гліцеролу і жирних кислот; 2) ацетил-КоА карбоксилази – бере участь у синтезі жирних кислот та 3) β -окислювальних ферментів, що каталізують розпад жирних кислот до ацетил-КоА, який може далі використовуватись у циклі Кребса (3-гідрокси-3-метилглутарил-кофермент, холестерин-ацилтрансфераза та інші).

Під час спарювання спостерігається активне споживання ліпідів, а ферменти, відповідальні за β -окислення, значно активізуються.

Печінка жаб синтезує ферменти для транспорту, перетворення та детоксикації амінокислот: 1) амінотрансферази (АЛТ, АСТ) – забезпечують перенесення аміногруп для синтезу нових амінокислот; 2) глутаматдегідрогеназа – фермент, що бере участь у дезамінуванні; 3) синтази сечовини – хоча у жаб основним продуктом азотистого обміну є сечова кислота або аміак, у печінці можуть синтезуватись також проміжні метаболіти).

Ці ферменти відіграють важливу роль у забезпеченні ембріонального розвитку – самки передають продукти білкового обміну у жовтковий мішок яйця.

Багатофакторний аналіз Andrea Brenes-Soto зі співавт.[3] засвідчив значущу роль як ліпідів, так і амінокислот у енергетичному метаболізмі амфібій ряду Anura, що узгоджується з їхнім хижим способом життя. Ідентифіковані метаболічні шляхи вільного карнітину та довголанцюгових ацилкарнітинів, що регулюють метаболізм жирних кислот, поряд з утилізацією амінокислотних катаболітів, підтверджують збереження глюкози та генерацію енергії як за рахунок протеїногенних, так і кетогенних процесів. Додатково, висувається гіпотеза про участь малонілкарнітину в модуляції харчової поведінки та нутритивного статусу досліджуваних організмів.

Жаби, які живуть у природньому середовищі, часто піддаються впливу різноманітних токсинів і хімічних речовин. Тому детоксикаційні функції доволі яскраво виражені завдяки системі цитохрому P450 (бере участь у окисненні ксенобіотиків) та глутатіонпероксидази, каталази і супероксиддисмутази (СОД) – антиоксидантні ферменти, які захищають печінкові клітини від вільнорадикального ураження.

Висока активність цих ферментів у жаб пов'язана з сезонною зміною метаболізму — наприклад, у період гібернації або навесні після пробудження.

Цікаво, що зміна концентрації глікогену та ліпідів супроводжується протилежною динамікою меланінового пігменту в печінковій паренхімі. Зростання кількості меланіну, як показали автори, є обернено пропорційним до концентрації цих енергетичних резервів. Це свідчить про складну і багаторівневу регуляцію, в якій меланін може відігравати роль не лише пігменту, а й фактора, дотичного до апоптозу. Так, згідно з роботами L. Assisi зі співавт. [4], під час вітелогенезу меланін бере участь у процесах запрограмованої загибелі клітин, сприяючи оновленню гепатоцитів у період активної репродукції.

Підтвердженням сезонного характеру цих змін стали дослідження D. Mentino зі співавт. [5], які виявили, що максимальна кількість меланіну в печінці жаб (*Pelophylax esculentus*) припадає на травень-червень — період, що збігається з піком розмноження. Під час зимової сплячки рівень меланіну в печінці є вищим, ніж у період активності. Така пігментна насиченість підтримується як внаслідок репродуктивної активності, так і через гіпертрофічні процеси у тканинах печінки.

Ферментативно жовч утворюється завдяки 7-альфа-гідроксилазі холестерину (ключовий фермент синтезу жовчних кислот) та

глюкуронілтрансферази (бере участь у зв'язуванні білірубіну. Жовч у жаб менш пігментована, ніж у ссавців.

Мета. Метою цього дослідження є вивчення особливостей гістологічної будови та порівняльна оцінка гістологічної організації печінки самців та самок жаб виду *Bufo bufo* у репродуктивно активний період (квітень).

Виклад основного матеріалу дослідження. Місцями відлову амфібій *Bufo bufo* стали водойми та прибережна територія Хаджибейського, Тилігульського і Дністровського лиманів Одеської області (рис.1).

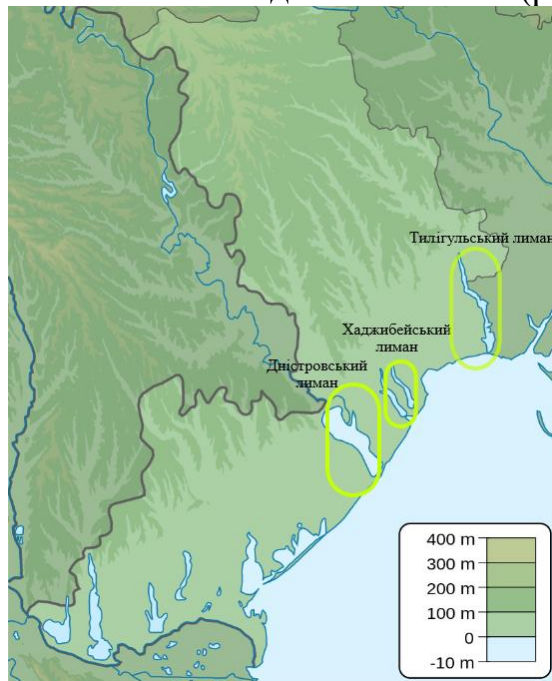


Рисунок. 1. Картографія ділянок для збору дослідних особин (рисунок авторів)

Відбір екземплярів для дослідження проводили довільно. Ловля відбувалася батрахологічним сачком у пластикові відра. Польові роботи проводилися протягом квітня 2024 р. ввечері (17.00-20.00). Обстеження проводилося поблизу водойм і мікромісць існування (повалені дерева, колоди, камені, висока трава) з виключенням стресових факторів для амфібій. Перед отриманням зразків органів (рис.2) екземпляри еутаназували ($n=10$: 5 самиць та 5 самців) після 15-хв. занурення у суспензію гвоздичної олії на буферній воді для амфібій (10 мл олії на 10 л води). Для приготування гістологічних препаратів печінки використовували стандартну методику, яка включає фіксацію тканини, зневоднення, просочення та заливку в парафін. Отримані зрізи товщиною 5–7 мкм забарвлювали гематоксиліном і еозином для проведення світлової мікроскопії.

На відміну від мікроструктури у ссавців, печінка жаби не має чітко вираженої часточкової організації і тріадної структури. Залежно від виду амфібій, структура гепатоцит-синусоїдних комплексів класифікується на три типи: багатошаровий, двошаровий та одношаровий типи (рис.3). Ця класифікація базується на відсотковому розширенні площі синусоїдів на одиницю площі, вимірюваному морфометрично. Гепатоцит-синусоїдні структури

амфібій відрізняються залежно від порядку: у жаб (Anura) переважає одношаровий тип, тоді як інші типи зустрічаються в інших групах амфібій.



Рисунок.2. Морфологічне обстеження дослідної особини (рисунок авторів)

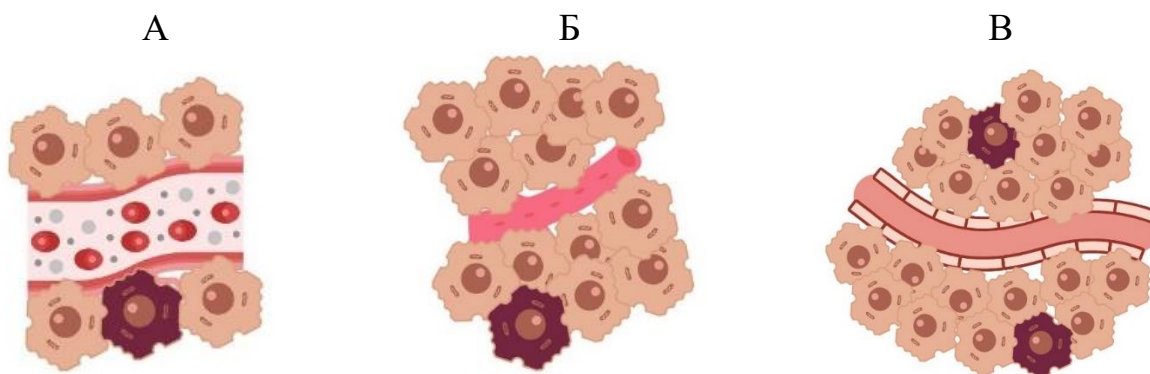


Рисунок 3. Схематична будова гепатоцит-синусоїдних комплексів амфібій (А - одношаровий тип: однорядні пластинки гепатоцитів з широкими, прямими синусоїдами (меланомакрофаги на рисунках позначені темно-коричневим кольором). Б - двошаровий тип: має подвійні шари гепатоцитів з нерегулярно розташованими синусоїдами. В - багатошаровий тип: характеризується багатошаровими пластинками гепатоцитів з вузькими, звивистими синусоїдами) (рисунок авторів).

Синусоїди – це капілярні мережі, розташовані між печінковими пластинками, утвореними гепатоцитами. У ссавців гепатоцити утворюють одношарові пластинки або тяжі. Портальні триади, що містять гілки ворітної вени та печінкової артерії, жовчну протоку та лімфатичні судини, оточені сполучною тканиною, розташовані в портальних просторах між печінковими часточками. Гістологічно вона складається з тяжів гепатоцитів острівцевого типу (на відміну від довгих «шнурів» гепатоцитів у ссавців). Артеріальні та венозні судини, синусоїдні капіляри розташовані в міжтяжових просторах у прошарках пухкої волокнистої сполучної тканини, яка забезпечує підтримку та

фіксацію цих судин, полегшує дифузію поживних речовин та кисню до оточуючих клітин і тканин, а також сприяє видаленню продуктів обміну речовин.

У печінці *Bufo bufo* гепатоцити формують одношарову пластинчасту структуру. Ці клітини мають поліедричну форму з округлим ядром, розташованим у центрі. Гепатоцити організовані у скупчення кластерного (острівцевого) типу, які оточені густою мережею синусоїдальних капілярів. У тканині чітко ідентифікуються окремо розташовані елементи: порталні венули, печінкові артерії та жовчні протоки, які анатомічно розмежовані між собою.

Структура печінки однорідна, лише з незначними варіаціями вмісту пігменту та морфології клітин. Під час гістологічного аналізу печінки самок жаб у період розмноження (квітень) паренхіма виглядала цитоплазматично насиченою, а вміст меланіну та ліпідних включень був помірним. Морфологічно активність гепатоцита проявляється у великому, світлому ядрі з добре помітним ядерцем та багатою на органели цитоплазмою, що відображає високий рівень синтезу білків, ліпідів та інших молекул. Подібна морфологічна картина спостерігалась і у самців: гепатоцити також характеризувалися насиченою цитоплазмою.

Меланомакрофаги у гістопрепаратах розташовані у вигляді окремих клітин або невеликих скупчень у паренхімі печінки, зокрема в міжгепатоцитарних просторах та вздовж синусоїдних капілярів. Вони не формували чітко організованих центрів, як, наприклад, у нирках чи селезінці деяких інших хребетних. Меланомакрофаги - це спеціалізовані клітини печінки, часто згруповані в острівці. Меланофори містять численні темно-коричневі або чорні гранули меланіну. Вони містять такі пігменти, як меланін, ліпофусцин, гемосидерин. Площа, зайнята меланомакрофагами, може змінюватися залежно від фізіологічного стану, віку та факторів середовища, але у здорових жаб вони завжди присутні в помірних кількостях, завдяки чому гістопрепарат печінки має строкатий вигляд (рис.4).

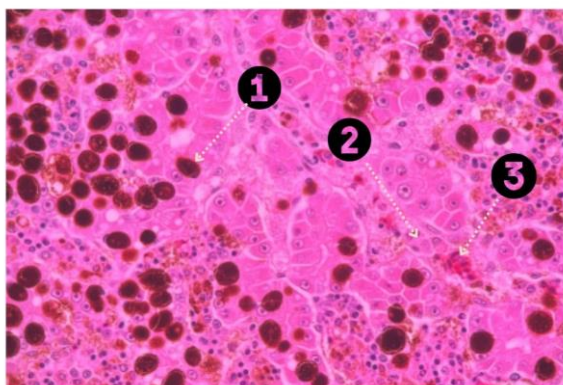


Рисунок 4. Печінка *Bufo bufo*, забарвлення гематоксиліном і еозином, $\times 400$, 1 – меланомакрофаг, 2 – гепатоцит, 3 - синусоїдний капіляр (рисунок авторів)

Меланомакрофаги є пігментованими фагоцитарними клітинами, які зустрічаються в печінці жаб, а також в інших органах пойкилотермних хребетних, таких як нирки та селезінка риб [6,7]. Ці клітини характеризуються

наявністю меланіну, а також інших пігментів, таких як ліпофусцин та гемосидерин, у своїй цитоплазмі.

Меланомакрофаги беруть участь у поглинанні та руйнуванні різноманітних речовин, включаючи клітинний детрит, бактерії та інші чужорідні матеріали, подібно до звичайних макрофагів [7].

Вони синтезують та накопичують меланін, який може відігравати цитопротекторну роль, діючи як антиоксидант та захищаючи від пошкодження ДНК. Також вони беруть участь у метаболізмі інших пігментів, таких як гемосидерин, що утворюється при руйнуванні еритроцитів [6].

Меланомакрофаги можуть брати участь у детоксикації різних забруднюючих речовин та ксенобіотиків, накопичуючи їх у своїй цитоплазмі. Збільшення кількості та розмірів меланомакрофагів у печінці жаб може бути індикатором впливу екологічних стресорів [8]. Існують дані, що меланін може брати участь у вродженому імунитеті та регулювати активність цитокінів, взаємодіяти з іншими імунними клітинами в печінці. Меланомакрофаги можуть бути залучені до підтримання гомеостазу, регуляції фіброзу та контролю базофілів [7].

Кількість та активність меланомакрофагів у печінці жаб можуть змінюватися залежно від різних факторів, включаючи сезонні зміни, стан здоров'я, вплив забруднюючих речовин та радіації.

Кількість меланіну та інших пігментів у печінці може збільшуватися після розмноження або у відповідь на стрес навколишнього середовища, але за нормальних умов ці пігменти присутні на низькому або середньому рівні [9,10]. Під час розмноження і підготовки до гібернації меланін виступає індикатором метаболічного стресу або участі в апоптозі клітин (зокрема під час вітелогенезу). Пігментні клітини у самок також мають імунозахисну роль, оскільки меланін може бути відповіддю на оксидативний стрес, що виникає під час масової мобілізації енергії. Нам було цікаво оцінити кількісний показник меланомакрофагів у печінці самців та самиць, який ми провели у CellProfiler завдяки аналізу батареї зображень у модулях IdentifyPrimaryObjects та MeasureObjectSizeShape (рис. 5) з наступним кореляційним порівняльним аналізом. Меланомакрофаги ідентифікували як темні клітини із великою площею, які відокремлювалися на основі інтенсивності сигналу та розміру.

Порівняльний аналіз батареї з 46 гістологічних зображень печінки, проведений у програмному середовищі CellProfiler, не виявив статистично значущої кореляції ані морфометричних параметрів клітин, ані їх кількості, залежно від статі особини. Обробка включала стандартизовану сегментацію клітинних структур та подальше вимірювання розмірів і щільності клітин. Незважаючи на очікувану можливу статеву варіабельність, результати продемонстрували однорідність морфологічних показників у вибраній вибірці, що свідчить про відсутність виражених статевозалежних відмінностей у структурній організації печінкової тканини в межах досліджуваної групи (рис.6).

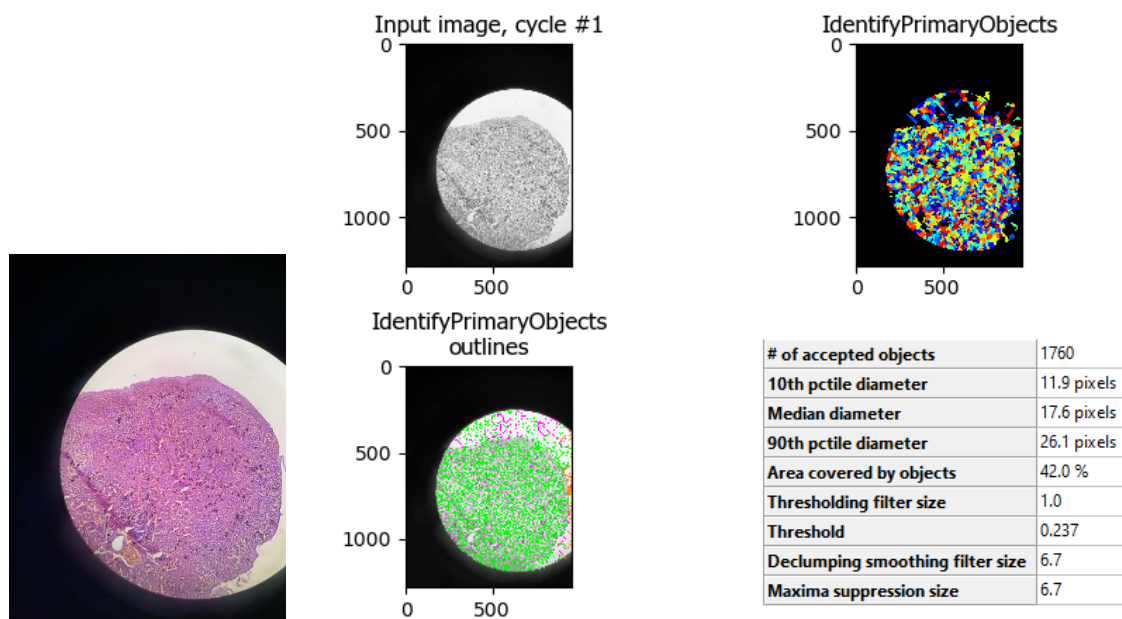


Рисунок 5. Обробка фотографії гістопрепарату у CellProfiler з метою попиксельного визначення найкрупніших клітин у зразку. Для цього зображення проходить низку етапів цифрової обробки: перетворення в градації сірого, нормалізацію контрасту та автоматичне сегментування об'єктів за заданими морфометричними критеріями (рисунок авторів).

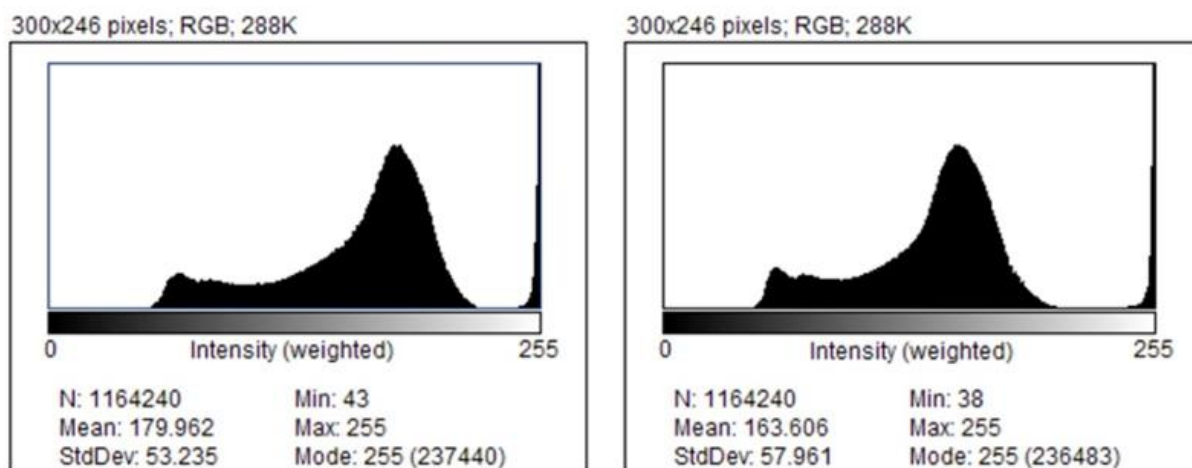


Рисунок 6. Порівняльний аналіз вимірювання розмірів і щільності меланомакрофагів *Vufo vufo* у квітні (рисунок авторів)

У жодному з проаналізованих зразків печінки жаб не було виявлено морфологічних змін, які б свідчили про наявність патологічних процесів, зокрема фіброзу, некрозу, запальної інфільтрації чи інших типових ознак токсичного ураження тканин.

Гістологічна структура зберігала характерну для здорової печінки архітектуру, без порушення цілісності гепатоцитів чи ознак міжклітинного

набряку. Відсутність таких змін дозволяє зробити попередній висновок про те, що досліджувані особини не зазнавали впливу значущого екологічного забруднення на момент відбору матеріалу.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Гістологічна будова печінки жаб *Bufo bufo* у репродуктивно активний період характеризується одношаровою пластинчастою організацією гепатоцитів, які утворюють кластерні структури з добре розвиненою синусоїдною мережею.
2. Меланомакрофаги виявлялися у помірній кількості як у самців, так і у самок, без ознак патологічної пігментації чи надмірного накопичення фагоцитованого матеріалу.
3. Порівняльний морфометричний аналіз 46 гістологічних зображень, виконаний у CellProfiler, не виявив достовірної залежності кількісних і площинних параметрів меланомакрофагів від статі особин.
4. У жодному зі зразків не було зафіксовано морфологічних ознак патології, таких як фіброз, некроз або запальна інфільтрація, що дозволяє зробити висновок про відсутність впливу токсичних екологічних факторів на досліджену популяцію.
5. Отримані результати свідчать про фізіологічну норму печінкової тканини жаб у період весняної активності та можуть бути використані як база для подальших екотоксикологічних досліджень.

Список використаної літератури

1. Dinsmore, S., & Swanson, D. (2008). Temporal patterns of tissue glycogen, glucose, and glycogen phosphorylase activity prior to hibernation in freeze-tolerant chorus frogs, *Pseudacris triseriata*. *Canadian Journal of Zoology*. 86. <https://doi.org/10.1139/Z08-088>
2. Bruscalupi, G., Castellano, F., Scapin, S., & Trentalancia, A. (1989) Cholesterol metabolism in frog (*Rana esculenta*) liver: seasonal and sex-related variations. *Lipids*. Feb;24(2):105-8. doi: 10.1007/BF02535245.
3. Brenes-Soto, A., Marc, T., Michael, Y. (2019) The Role of Feed in Aquatic Laboratory Animal Nutrition and the Potential Impact on Animal Models and Study Reproducibility. *ILAR Journal*, 60(2), 197. doi:10.1093/ilar/ilaa006.
4. Assisi, L., Autuori, F., Botte, V., Farrace, M. G. & Piacentini, M. (1999). Hormonal control of "tissue" transglutaminase induction during programmed cell death in frog liver. *Experimental Cell Research*. 247(2), 339-346.
5. Mentino, D., Scillitani, G., Marra, M. & Mastrodonato, M. (2017). Seasonal changes in the liver of a non-hibernating population of water frogs, *Pelophylax kl. esculentus* (Anura: Ranidae). *The European Zoological Journal*. 84(1), 525-535.
6. Steinel, N., Bolnick, D. Melanomacrophage Centers As a Histological Indicator of Immune Function in Fish and Other Poikilotherms. *Frontiers in Immunology* Volume 8 – 2017. URL=<https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2017.00827> (дата звернення 25.04.2025).
7. Franco-Belussi, L, Provete, D.B., Borges, R.E., & De Oliveira, C., Santos, L.R.S. (2020) Idiosyncratic liver pigment alterations of five frog species in response to contrasting land use patterns in the Brazilian Cerrado. *PeerJ*. Aug 26;8:e9751. doi: 10.7717/peerj.9751. PMID: 32913675; PMCID: PMC7456255.

8. Burraco, P., Salla, R.F., Orizaola, G. (2023). Exposure to ionizing radiation and liver histopathology in the tree frogs of Chornobyl (Ukraine). *Chemosphere*. Feb;315:137753. doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.137753. Epub 2023 Jan 3. PMID: 36608893.
9. Barni, S., Vaccarone, R., Bertone, V., Frascini, A., Bernini, F. & Fenoglio, C. (2002). Mechanisms of changes to the liver pigmentary component during the annual cycle (activity and hibernation) of *Rana esculenta*. *Journal of Anatomy*. 200(2), 185-194.
10. C. De Oliveira, L. Franco-Belussi, L. Z. Fanali, and L. R. S. Santos, in *Ecotoxicology and Genotoxicology: Non-traditional Terrestrial Models*, ed. M. L. Larramendy and M. L. Larramendy, The Royal Society of Chemistry, 2017, pp. 123-142.

Hanna Ovcharenko,

Candidate in Medical Sciences, Assistant at the Department of Normal and Pathological Morphology and Forensic Veterinary Medicine

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID: <https://bit.ly/475h7qE>

e-mail: ovcharenkowow@gmail.com

Larysa Rocha,

Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Normal and Pathological Morphology and Forensic Veterinary Medicine

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1027-1467>

e-mail: roshalg@ukr.net

Zhanna Koreneva,

Candidate in Veterinary Sciences, Associate Professor at the Department of Normal and Pathological Morphology and Forensic Veterinary Medicine

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2730-5990>

e-mail: koreneva-z@ukr.net

Iryna Bondarenko,

Candidate in Veterinary Sciences, Associate Professor at the Department of Normal and Pathological Morphology and Forensic Veterinary Medicine

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1019-3446>

e-mail: bondarenkoirina173@gmail.com

HISTOLOGICAL STRUCTURE OF THE LIVER IN BUFO BUFO TOADS DURING THE REPRODUCTIVE PERIOD

Abstract

The liver plays a crucial role in metabolism, detoxification, and immunity in amphibians. Its histological structure reflects its functional state and can change under the influence of physiological and environmental factors. The study of sex differences in the liver structure of Bufo bufo frogs during the active reproductive period (April) is important for understanding the adaptive mechanisms associated with the different physiological needs of males and females.

Comparative assessment of the histological organization of the liver in male and female Bufo bufo frogs during the reproductively active period (April).

Methods: liver samples (n=10: 5 males, 5 females) from captured frogs were fixed, processed using standard histological techniques, and stained with hematoxylin and eosin. Light microscopy was performed to describe the general histological structure. Quantitative analysis of melanomacrophages was performed using CellProfiler software on 46 histological images, followed by a comparative analysis of morphometric parameters depending on sex.

The histological structure of the Bufo bufo liver is characterized by a single-layered lamellar organization of hepatocytes forming cluster structures with a well-developed sinusoidal network. Melanomacrophages were found in moderate numbers in both sexes without signs of pathological pigmentation. Morphometric analysis revealed no statistically significant differences in the size and number of melanomacrophages between males and females. No pathological changes in the liver structure (fibrosis, necrosis, inflammatory infiltration) were observed. The obtained data provide baseline information on the morphological state of the liver of Bufo bufo frogs in the spring period. The absence of pronounced sex differences in the histological structure and pathological changes may indicate a relatively favorable ecological condition of the studied population at the time of sampling. The results can be used for comparative ecotoxicological studies aimed at identifying sex-specific features of the amphibian liver response to pollutants. The histological organization of the liver in male and female Bufo bufo in April does not show significant sex differences and is characterized by signs of physiological norm. Quantitative and morphometric parameters of melanomacrophages also do not demonstrate dependence on sex. The absence of pathological changes indicates the lack of significant toxic effects on the studied individuals. The obtained results are an important basis for further study of the influence of environmental factors on the amphibian liver, taking into account sexual dimorphism.

Keywords: Bufo bufo, liver, histology, melanomacrophages, morphometry, sex differences, reproductive period, amphibians, ecological assessment.

Reference

1. Dinsmore, S., & Swanson, D. (2008). Temporal patterns of tissue glycogen, glucose, and glycogen phosphorylase activity prior to hibernation in freeze-tolerant chorus frogs, *Pseudacris triseriata*. *Canadian Journal of Zoology*. 86. <https://doi.org/10.1139/Z08-088>
2. Bruscalupi, G., Castellano, F., Scapin, S., & Trentalancia, A. (1989) Cholesterol metabolism in frog (*Rana esculenta*) liver: seasonal and sex-related variations. *Lipids*. Feb;24(2):105-8. doi: 10.1007/BF02535245.
3. Brenes-Soto, A., Marc, T., Michael, Y. (2019) The Role of Feed in Aquatic Laboratory Animal Nutrition and the Potential Impact on Animal Models and Study Reproducibility. *ILAR Journal*, 60(2), 197. doi:10.1093/ilar/ilaa006.
4. Assisi, L., Autuori, F., Botte, V., Farrace, M. G. & Piacentini, M. (1999). Hormonal control of “tissue” transglutaminase induction during programmed cell death in frog liver. *Experimental Cell Research*. 247(2), 339-346.
5. Mentino, D., Scillitani, G., Marra, M. & Mastrodonato, M. (2017). Seasonal changes in the liver of a non-hibernating population of water frogs, *Pelophylax kl. esculentus* (Anura: Ranidae). *The European Zoological Journal*. 84(1), 525-535.
6. Steinel, N., Bolnick, D. Melanomacrophage Centers As a Histological Indicator of Immune Function in Fish and Other Poikilotherms. *Frontiers in Immunology* Volume 8 – 2017. URL=<https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2017.00827> (дата звернення 25.04.2025).
7. Franco-Belussi, L, Provete, D.B., Borges, R.E., & De Oliveira, C., Santos, L.R.S. (2020) Idiosyncratic liver pigment alterations of five frog species in response to contrasting land use patterns in the Brazilian Cerrado. *PeerJ*. Aug 26;8:e9751. doi: 10.7717/peerj.9751. PMID: 32913675; PMCID: PMC7456255.

8. Burraco, P., Salla, R.F., Orizaola, G. (2023). Exposure to ionizing radiation and liver histopathology in the tree frogs of Chornobyl (Ukraine). *Chemosphere*. Feb;315:137753. doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.137753. Epub 2023 Jan 3. PMID: 36608893.
9. Barni, S., Vaccarone, R., Bertone, V., Frascini, A., Bernini, F. & Fenoglio, C. (2002). Mechanisms of changes to the liver pigmentary component during the annual cycle (activity and hibernation) of *Rana esculenta*. *Journal of Anatomy*. 200(2), 185-194.
10. C. De Oliveira, L. Franco-Belussi, L. Z. Fanali, and L. R. S. Santos, in *Ecotoxicology and Genotoxicology: Non-traditional Terrestrial Models*, ed. M. L. Larramendy and M. L. Larramendy, The Royal Society of Chemistry, 2017, pp. 123-142.

Стаття надійшла до редакції 21 травня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 2 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.06
УДК 638.1:631.147

Діна Лісогурська,

кандидат сільськогосподарських наук, завідувач кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури, Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ORCID ID 0000-0002-2559-6520

email: lisogurskadina@gmail.com

Леонора Адамчук,

доктор технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник Інституту ветеринарної медицини НААН України, м. Київ, Україна

ORCID ID 0000-0003-2015-7956

email: leonora.adamchuk@gmail.com

Світлана Фурман,

кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри ветеринарної епідеміології, Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ORCID ID 0000-0002-1079-5797

email: svitlana.furman@ukr.net

Ольга Лісогурська,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури, Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ORCID ID 0000-0002-3553-9351

email: lisogurskaya2016@gmail.com

Тетяна Тимошук,

кандидат сільськогосподарських наук, завідувач кафедри здоров'я фітоценозів і трофології, Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ORCID ID 0000-0001-8980-7334

email: tat-niktim@ukr.net

КЕРОВАНЕ БДЖОЛОЗАПИЛЕННЯ – ВАЖЛИВА ПЕРЕДУМОВА РОЗВИТКУ ЗЕЛЕНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА В УКРАЇНІ

Анотація

У статті розглянуто кероване бджолозапилення як ключовий агротехнічний інструмент, що має екологічну та економічну доцільність і значний потенціал для забезпечення сталого розвитку агросектору України в умовах глобальних викликів і зростаючих вимог Європейського зеленого курсу. Обґрунтовано, що цілеспрямоване використання медоносних бджіл для запилення ентомофільних культур сприяє зростанню

врожайності, зниженню залежності від хімічних засобів захисту рослин, збереженню біорізноманіття та підвищенню стійкості агроєкосистем. У дослідженні застосовано міждисциплінарний підхід, що охоплює аналіз наукових джерел, статистичних даних, а також практичних кейсів і освітніх ініціатив. Розглянуто світовий і національний досвід організації бджолозапилення, зокрема щодо використання цього підходу в технологіях вирощування таких культур, як соняшник, ріпак тощо. Виокремлено основні бар'єри, що стримують поширення бджолозапилення в Україні: низьку обізнаність аграріїв щодо економічної ефективності запилення, слабку комунікацію між агровиробниками та пасічниками, відсутність нормативного регулювання та механізмів сертифікації послуг. Наведено приклад роботи онлайн-платформи BeesAgro, яка забезпечує методичну, юридичну та цифрову підтримку учасників ринку запилення. Описано досвід впровадження навчальної дисципліни «Кероване бджолозапилення» у Поліському університеті як інструменту формування екологічної компетентності аграріїв. Підкреслено, що запровадження системи бджолозапилення відповідає ключовим цілям Європейського зеленого курсу: скорочення використання пестицидів, розвиток органічного землеробства, зменшення впливу на довкілля та досягнення кліматичної нейтральності. Зроблено висновок, що кероване бджолозапилення є перспективним напрямом інноваційної аграрної політики, інтегрованої з цілями сталого розвитку та євроінтеграції України.

Ключові слова: бджолозапилення, медоносні бджоли, стале сільське господарство, зелений курс, екосистемні послуги.

Вступ. Світове сільське господарство тісно пов'язане з екосистемними послугами, зокрема із бджолозапиленням – процесом, без якого неможливо уявити виробництво багатьох харчових культур. Дослідження Klein et al. (2007) [13], які охоплюють дані з 200 країн, засвідчують, що 87 із провідних світових культур тією чи іншою мірою залежать від запилювачів – переважно бджіл. При цьому лише 28 культур не потребують участі бджіл у процесі запилення. Однак цікаво, що якщо розглядати не кількість культур, а обсяг світового виробництва, картина дещо змінюється: 60% продукції припадає на культури, які не залежать від бджолозапилення, 35% – на ті, що залежать. Щоб краще зрозуміти рівень цієї залежності, дослідники проаналізували всі культури, представлені на світовому ринку, включаючи ті, що запилюються виключно вітром, самозапилюються або утворюють плоди без запилення (партенокарпічні). Згідно з отриманими даними, для 13 культур запилення є критично необхідним, для 30 – високозначущим, для 27 – помірно важливим, для 21 – малозначущим, а для 7 – зовсім неважливим. Ще для 9 культур значення запилення поки залишається невизначеним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Серед запилювачів медоносні бджоли мають найвищу економічну цінність у світі. За підрахунками, близько 9,5% загальної вартості сільськогосподарського виробництва забезпечується запиленням комахами, що еквівалентно майже 200 мільярдам доларів США щороку. Понад 100 важливих сільськогосподарських культур залежать від запилення саме медоносними бджолами. Вони не лише забезпечують запилення великої кількості комерційних рослин, але й відіграють важливу роль у збереженні дикої флори, зокрема рідкісних і зникаючих видів, що є важливими генетичними ресурсами. Як запилювачі, медоносні бджоли підтримують функціонування екосистем, які забезпечують

їжу й середовище існування для багатьох видів тварин. Скорочення їх чисельності впливає на різні сектори економіки та на стан здоров'я людини, підкреслюючи їхню незамінну роль у забезпеченні сталого розвитку [12].

Одним із практичних підтверджень ефективності бджолозапилення є результати експериментів, проведених Saez et al. (2020) [15], згідно з якими середня урожайність мигдалю з ізольованих дерев становила 4,49 кг, тоді як за відкритого запилення цей показник сягав 5,53 кг, а в контрольній групі – 5,31 кг. Це свідчить про значний внесок ентомофільного запилення у формування врожайності та ефективності агровиробництва.

Таким чином, бджолозапилення – це не лише біологічний процес, а стратегічний ресурс. Його роль у виробництві овочів, фруктів, насіння та інших продовольчих культур є критичною. Це потребує екологічно орієнтованих підходів до агровиробництва. Лише у такий спосіб можна забезпечити сталий розвиток сільського господарства та продовольчу безпеку в умовах глобальних викликів та імплементації Європейського зеленого курсу.

Мета. Дослідити роль керованого бджолозапилення як екологічно орієнтованого агротехнічного інструменту, що сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур і формуванню стійких продовольчих систем в умовах реалізації Європейського зеленого курсу в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження. У ході дослідження було застосовано міждисциплінарний підхід, що поєднував аналіз теоретичних джерел, емпіричних даних і результатів практичного впровадження технологій керованого бджолозапилення в Україні. Основою для дослідження слугували наукові публікації, офіційні статистичні джерела, матеріали аналітичних платформ та результати практичних ініціатив реалізації освітніх проєктів. Для досягнення поставленої мети було здійснено комплексний аналіз літератури щодо впливу бджолозапилення на врожайність сільськогосподарських культур, а також контент-аналіз стратегічних документів, зокрема Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики до 2030 року» та положень Європейського зеленого курсу. Моніторингово-аналітичним методом проаналізовано динаміку середньої та максимальної врожайності соняшнику і ріпаку в Україні за останні п'ять років. Окрему увагу приділено оцінці практичного досвіду, отриманого в ході інформаційно-навчальної кампанії, проведеної Асоціацією керованого запилення «BeesAgro» у восьми областях України, в якій взяли участь понад 500 представників аграрного сектору. Крім того, у межах освітнього експерименту в Поліському національному університеті було впроваджено дисципліну «Кероване бджолозапилення», що дало змогу дослідити ефективність інтеграції цієї тематики в систему аграрної освіти. Такий підхід дозволив комплексно оцінити роль керованого бджолозапилення як екологічно орієнтованого агротехнічного інструменту, що сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур і формуванню стійких продовольчих систем в умовах реалізації Європейського зеленого курсу в Україні.

Кероване бджолозапилення є цілеспрямованим використанням медоносних бджіл для запилення ентомофільних сільськогосподарських культур з метою підвищення їх урожайності, покращення якісних характеристик продукції та формування доданої вартості. Історично цей метод уперше застосовано у США у 1909 році, коли бджолині сім'ї були використані на комерційній основі для запилення яблуневих садів у Нью-Джерсі. З того часу бджолозапилення стало ключовим агротехнічним інструментом в інтенсивному рослинництві, зокрема в таких культурах як мигдаль, де вартість оренди однієї бджолосім'ї зросла з 70 \$ США у 1995 році до 180 \$ у 2018 році [14, 15].

В Україні використання керованого бджолозапилення поки що не набуло широкого поширення. Основними бар'єрами залишаються: обмежена поінформованість агровиробників про економічну ефективність запилення, відсутність стабільного ринку запилювальних послуг, низький рівень взаємодії між фермерами та пасічниками, а також прогалини в нормативно-правовому забезпеченні.

З метою розвитку ринку послуг керованого бджолозапилення реалізовано низку важливих ініціатив. Зокрема, створено онлайн-платформу BeesAgro [6], яка надає інструменти для організації бджолозапилення, зокрема побудову карт розміщення вуликів, розрахунок потреб у бджолосім'ях, створення технологічних карт запилення, методичну підтримку, юридичне та консультатійне супроводження. У 2021 році Асоціацією керованого запилення «BeesAgro» було проведено масштабну інформаційно-навчальну кампанію в восьми регіонах України (Дніпропетровська, Запорізька, Миколаївська, Одеська, Полтавська, Харківська, Херсонська, Черкаська області), що охопила понад 500 учасників – пасічників, фермерів, представників влади та місцевого самоврядування. Це стало важливим кроком до формування прозорого ринку запилювальних послуг.

Важливим досягненням у контексті освітнього забезпечення стало запровадження у Поліському національному університеті навчальної дисципліни «Кероване бджолозапилення», що сприяє формуванню фахової компетентності здобувачів освіти у сфері «зелених» агротехнологій.

Незважаючи на позитивну динаміку, розвиток ринку послуг керованого бджолозапилення в Україні стримується наслідками повномасштабної війни та низькою залученістю фермерів. Виникає потреба у продовженні цілеспрямованої інформаційної та освітньої роботи серед агровиробників.

Актуальність керованого запилення зростає в умовах реалізації екологічної політики. Його широке впровадження сприяє досягненню цілей Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики до 2030 року» [2, 4] та Європейського зеленого курсу [16], зокрема: скорочення використання пестицидів на 50%, збільшення частки органічного землеробства до 25 %, відновлення біорізноманіття на сільськогосподарських територіях, підтримка природних запилювачів, зниження антропогенного навантаження на екосистеми, досягнення кліматичної нейтральності.

Впровадження керованого бджолозапилення в Україні, разом з іншими інноваційними технологіями вирощування, сприятиме підвищенню урожайності сільськогосподарських культур і якості продукції та формуванню доданої вартості, а також удосконаленню раціонального використання природних ресурсів, зокрема, ґрунту. Фермери мають усвідомити, що набуття Україною статусу кандидата у члени ЄС передбачає імплементацію Європейського зеленого курсу та беззаперечне досягнення його цілей. Європейський зелений курс – це стратегія розвитку ЄС, яка спрямована на побудову справедливого та процвітаючого суспільства до 2050 року. ЄЗК прийнятий Європейською Комісією у грудні 2019 року. Основи та Дорожня карта ЄЗК закладені в Комюніке [16]. Головні сфери дії ЄЗК – енергетика, транспорт, промисловість, будівництво, сільське господарство і продовольство, охорона навколишнього середовища та біорізноманіття. План реалізації ЄЗК – перегляд усіх законодавчих актів на предмет кліматичних переваг, охорони навколишнього середовища та підвищення добробуту громадян. Україна заявила про добровільний намір долучилась до ЄЗК у січні 2020 року [7]. Набуття нашою країною статусу кандидата у члени ЄС та вступ до конфедерації передбачає беззаперечну імплементацію ЄЗК та його виконання.

В основу ЄЗК в аграрній сфері покладено стратегію «Від ферми до виделки» («Від лану до столу») (2020 р.), спрямовану на справедливу, здорову та екологічно чисту систему харчування. Мета цієї стратегії полягає в тому, щоб забезпечити доступ до здорової, доступної та екологічно чистої їжі; боротися зі зміною клімату; захищати навколишнє середовище та біорізноманіття; сприяти справедливому розподілу доходів у всьому харчовому ланцюзі; стимулювати розвиток органічного фермерства. Цільові показники стратегії «Від ферми до виделки» до 2030 р. – скорочення використання пестицидів та добрив і збільшення частки земельного фонду сільського господарства, яке використовується органічним землеробством до 25%. В таких умовах фермери будуть вимушені сіяти більшу кількість видів сільськогосподарських культур, зменшити використання добрив та пестицидів, шукати екологічно безпечні шляхи підвищення урожайності та якості сільськогосподарської продукції, одним з яких є бджолозапилення. У зв'язку з цим є потреба у проведенні освітніх заходів щодо переваг зелених технологій у сільському господарстві, зокрема, й бджолозапилення [11].

Впровадження керованого бджолозапилення в Україні є стратегічно важливим інструментом інтенсифікації аграрного виробництва, збереження природного середовища та забезпечення відповідності аграрної політики екологічним вимогам ЄС. Це не лише шлях до підвищення врожайності, а й до сталого розвитку агросфери в умовах глобальних викликів. Про це свідчить статистика щодо виробництва стратегічних для України культур – соняшнику та ріпаку.

Потенціал соняшникової галузі в Україні наразі реалізується лише на 55–70 %, тоді як у провідних країнах за допомогою інноваційних технологій

досягають 3,5–4,0 т/га. Ріпак хоча й демонструє значне зростання: за 20 років урожайність в Україні зросла більш як утричі (з 8,5 ц/га до 25,7 ц/га), однак світовий рекорд значно вищий – 7,01 т/га [1, 3, 8].

Резерви для підвищення урожайності цих культур в Україні не вичерпані, оскільки у деяких областях протягом останніх п'яти років вона становила 33,0–33,3 ц/га, при середній по країні – 22,5 [5, 9].

Дослідження підтверджують, що в умовах вільного запилення, наприклад, ріпаку спостерігається зростання кількості стручків, насінин у стручку, маси 1000 насінин, що забезпечує приріст урожайності у 1,5 раза [10].

Кероване бджолозапилення є екологічно орієнтованим агротехнічним інструментом, здатним забезпечити стаке зростання врожайності сільськогосподарських культур і сприяти формуванню стійких продовольчих систем в Україні. Проведене дослідження довело, що застосування цього підходу підвищує якість і обсяг сільськогосподарської продукції, водночас сприяючи збереженню біорізноманіття, раціональному використанню природних ресурсів та інтеграції екосистемних послуг у практику агровиробництва. Успішна реалізація освітніх, технологічних та інформаційних ініціатив засвідчує наявність бази для розвитку ринку керованого бджолозапилення в Україні. Однак для його подальшого розширення необхідне усунення наявних бар'єрів, зокрема - недостатньої обізнаності фермерів і взаємодії з пасічниками та нормативно-правової неврегульованості. У контексті реалізації Європейського зеленого курсу кероване бджолозапилення відповідає ключовим цілям екологічної трансформації агросектору: скорочення використання пестицидів, зростання площ органічного землеробства, відновлення екосистем і підтримка природних запилювачів. Це визначає бджолозапилення як важливу складову переходу до сталого, кліматично нейтрального та конкурентоспроможного сільського господарства в Україні.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Таким чином, результати дослідження підтверджують доцільність і перспективність масштабного впровадження керованого бджолозапилення як інструменту адаптації аграрного сектору до європейських екологічних стандартів і цілей сталого розвитку. У контексті Європейського зеленого курсу кероване запилення розглядається як одна з ключових біоекономічних технологій, що дозволяє забезпечити зростання врожайності без посилення хімічного навантаження на екосистему. Це відповідає цілям ЄЗК щодо зменшення забруднення, збереження біорізноманіття та досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленому вивченні агроекологічної та економічної ефективності керованого бджолозапилення в умовах різних природно-кліматичних зон України, а також розробці моделей оптимальної взаємодії між агровиробниками та пасічниками. Актуальним є створення системи стандартизації та сертифікації послуг із бджолозапилення, що сприятиме формуванню прозорого ринку запилювальних послуг. Подальші

дослідження також охоплюватимуть адаптацію цифрових рішень (GIS-технологій, моніторингових систем, платформ дистанційного управління) та розробку інтегрованих стратегій у рамках концепції «Єдиного здоров'я» і Європейського зеленого курсу. Важливим напрямом є також аналіз потенціалу керованого бджолозапилення як інструменту підвищення кліматичної стійкості агросистем.

Список використаної літератури

1. Встановлено новий світовий рекорд врожайності ріпаку. *SuperAgronom*. URL: <https://superagronom.com/news/4855-vstanovleno-noviy-svitoviy-rekord-vroжайnosti-ripaku> (дата звернення: 04.05.2025).
2. Закон України «Про Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року». Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 04.05.2025).
3. Кернасюк Ю. Соняшник: глобальне виробництво та прогнози. *Агробізнес сьогодні*. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichniy-hektar/item/25731-sonyashnyk-hlobalne-vyrobnytstvo-ta-prohnozy.html> (дата звернення: 14.05.2025).
4. Коваленко Н. П. Екологічно збалансовані сівозміни в системі альтернативного землеробства: історичні аспекти. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 4, С. 95–99.
5. Лісогурська Д. В., Лісогурська О. В., Фурман С. В., Адамчук Л. О. Забезпеченість бджолозапилення основних сільськогосподарських ентомофільних культур в Україні. *Вісник ШНАУ*. Серія «Тваринництво». 2021. Вип. 4 (47). С. 92–98. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.16>
6. Онлайн-платформа BeesAgro. URL: <http://beesagro.grand.expert> (дата звернення: 14.05.2025).
7. Про утворення міжвідомчої робочої групи з питань координації подолання наслідків зміни клімату в рамках ініціативи Європейської Комісії “Європейський зелений курс”: Постанова КабМін від 24 січня 2020 р. № 33. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/33-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення: 14.05.2025).
8. Ріпак в Україні та світі. KWS. URL: <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/ripak/ripak-v-ukraini-ta-sviti/> (дата звернення: 14.05.2025).
9. Сільське господарство. Державна служба статистики. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/cg.htm (дата звернення: 04.05.2025).
10. Durán A.X., Ulloa B. R., Carrillo A.J., Contreras L.J., Bastidas T.M. Evaluación de parámetros de rendimiento del raps (*Brassica napus L.*) polinizado por abejas (*Apis mellifera L.*). *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2010. Vol. 70, No. 2. P. 309–314. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392010000200014>
11. Farm to Fork strategy. URL: https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en (дата звернення: 14.05.2025).
12. Hristov P., Neov B., Shumkova R., Palova N. Significance of Apoidea as Main Pollinators. *Ecological and Economic Impact and Implications for Human Nutrition. Diversity*. 2020. Vol. 12(7), P. 280. DOI: <https://doi.org/10.3390/d12070280>
13. Klein A.-M., Vaissière B. E., Cane J. H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S. A., Kremen C., Tscharntke T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2007. Vol. 274(1608), P. 303–313. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
14. Morse R. A., Calderone N. W. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. *Bee Culture*. 2000. Vol. 132 (3), P. 1–15.
15. Sáez A., Aizen M.A., Medici S., Viel M., Villalobos E., Negri P. Bees increase crop yield in an alleged pollinator-independent almond variety. *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59995-0>

16. The European Green Deal: Communication from the commission : 11.12.2019. URL: <https://web.archive.org/web/20210205134559/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640> (дата звернення: 14.05.2025).

Dina Lisohurska,

PhD in Agricultural Sciences, Head of the Department of Bioresources, Animal Husbandry and Aquaculture, Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-2559-6520

email: lisogurskadina@gmail.com

Leonora Adamchuk,

Doctor of Technical Sciences, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher at the Institute of Veterinary Medicine of the NAAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID ID 0000-0003-2015-7956

email: leonora.adamchuk@gmail.com

Svitlana Furman,

PhD in Veterinary Sciences, Associate Professor at the Department of Veterinary Epidemiology, Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-1079-5797

email: svitlana.furman@ukr.net

Olha Lisohurska,

PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Bioresources, Animal Husbandry and Aquaculture, Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-3553-9351

email: lisogurskaya2016@gmail.com

Tetiana Tymoshchuk,

PhD in Agricultural Sciences, Head of the Department of Health of Phytocenoses and Trophology, Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID: 0000-0001-8980-7334

e-mail: tat-niktim@ukr.net

MANAGED BEE POLLINATION – A KEY PREREQUISITE FOR THE DEVELOPMENT OF GREEN AGRICULTURE IN UKRAINE

Abstract

The article examines managed bee pollination as a key agrotechnical tool with both ecological and economic rationale, offering significant potential for ensuring the sustainable development of Ukraine's agricultural sector amid global challenges and the increasing demands of the European Green Deal. It substantiates that the targeted use of honey bees for pollinating entomophilous crops contributes to increased yields, reduced dependence on chemical plant

protection products, biodiversity conservation, and enhanced resilience of agroecosystems. The study employs an interdisciplinary approach, encompassing analysis of scientific literature, statistical data, as well as practical case studies and educational initiatives. It reviews global and national experiences in organizing bee pollination, particularly its application in crop production technologies for such crops as sunflower and rapeseed. The main barriers to the wider adoption of bee pollination in Ukraine are identified: low awareness among farmers about the economic benefits of pollination, weak communication between agricultural producers and beekeepers, lack of regulatory frameworks, and absence of certification mechanisms for pollination services. The article presents the example of the BeesAgro online platform, which provides methodological, legal, and digital support to pollination market participants. It also describes the experience of implementing the academic course “Managed Bee Pollination” at Polissia National University as a tool for developing the environmental competence of agricultural specialists. The study emphasizes that the implementation of a managed pollination system aligns with the key objectives of the European Green Deal: reduction of pesticide use, development of organic farming, minimization of environmental impact, and achievement of climate neutrality. It concludes that managed bee pollination is a promising direction of innovative agricultural policy, integrated with the goals of sustainable development and Ukraine’s European integration.

Keywords: bee pollination, honey bees, sustainable agriculture, Green Deal, ecosystem services.

Reference

1. A new world record for rapeseed yield has been set. SuperAgronom. URL: <https://superagronom.com/news/4855-vstanovleno-noviy-svitoviy-rekord-vrojajnosti-ripaku> (accessed: 04.05.2025).
2. Law of Ukraine “On the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the Period Until 2030”. Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (accessed: 04.05.2025).
3. Kernasyuk, Yu. Sunflower: Global Production and Forecasts. Agrobusiness Today. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/25731-soniashnyk-hlobalne-vyrobnytstvo-ta-prohnozy.html> (accessed: 14.05.2025).
4. Kovalenko, N. P. Ecologically Balanced Crop Rotations in the System of Alternative Agriculture: Historical Aspects. Agroecological Journal. 2012. No. 4, P. 95–99.
5. Lisohurska, D. V., Lisohurska, O. V., Furman, S. V., Adamchuk, L. O. Pollination Supply for Main Agricultural Entomophilous Crops in Ukraine. Bulletin of SNAU. Series “Animal Husbandry”. 2021. Issue 4 (47), P. 92–98. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.16>
6. BeesAgro Online Platform. URL: <http://beesagro.grand.expert> (accessed: 14.05.2025).
7. On the Establishment of an Interagency Working Group on Climate Change Coordination within the Framework of the European Commission’s “European Green Deal” Initiative: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 33 of January 24, 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/33-2020-%D0%BF#Text> (accessed: 14.05.2025).
8. Rapeseed in Ukraine and the World. KWS. URL: <https://www.kws.com.ua/uk/produkty/ripak/ripak-v-ukraini-ta-sviti/> (accessed: 14.05.2025).
9. Agriculture. State Statistics Service of Ukraine. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/cg.htm (accessed: 04.05.2025).
10. Durán A.X., Ulloa B. R., Carrillo A.J., Contreras L.J., Bastidas T.M. Evaluación de parámetros de rendimiento del raps (*Brassica napus* L.) polinizado por abejas (*Apis mellifera* L.). Chilean Journal of Agricultural Research. 2010. Vol. 70, No. 2. P. 309–314. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392010000200014>
11. Farm to Fork strategy. URL: https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en (дата звернення: 14.05.2025).

12. Hristov P., Neov B., Shumkova R., Palova N. Significance of Apoidea as Main Pollinators. Ecological and Economic Impact and Implications for Human Nutrition. *Diversity*. 2020. Vol. 12(7), P. 280. DOI: <https://doi.org/10.3390/d12070280>
13. Klein A.-M., Vaissière B. E., Cane J. H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S. A., Kremen C., Tscharntke T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2007. Vol. 274(1608), P. 303–313. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
14. Morse R. A., Calderone N. W. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. *Bee Culture*. 2000. Vol. 132 (3), P. 1–15.
15. Sáez A., Aizen M.A., Medici S., Viel M., Villalobos E., Negri P. Bees increase crop yield in an alleged pollinator-independent almond variety. *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10, Article number: 3177. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59995-0>
16. The European Green Deal: Communication from the commission: 11.12.2019. URL: <https://web.archive.org/web/20210205134559/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640> (дата звернення: 14.05.2025).

Стаття надійшла до редакції 22 травня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 3 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.07

УДК: 636.09:614.31:637.12

Валерій Войцехівський,

аспірант

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса. Україна

ORCID <https://orcid.org/0009-0005-0724-6470>

e-mail: valeravoichehovskiy@gmail.com

Людмила Тарасенко ,

доктор ветеринарних наук, професор

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5782-5079>

e-mail: tarasenkola1965@gmail.com

ВЕТЕРИНАРНО-САНІТАРНЕ ІНСПЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА

Анотація

Безпека та якість харчових продуктів є критично важливими питаннями, яким слід приділяти більше уваги в усьому світі, головним чином з точки зору якості харчування та здоров'я споживача. Фактори, які можуть бути джерелом потенційної небезпеки в харчових продуктах, супроводжується неправильною сільськогосподарською практикою та поганим гігієнічним середовищем на всіх етапах харчового ланцюга. Лікарі та вчені життєво залежать один від одного у просуванні як громадського здоров'я, так і соціальної справедливості на благо всіх, і що стан здоров'я не може покращитися без доступу до чистої води, якісної їжі та гігієнічних умов життя. Ключовим питанням, яке слід враховувати, чи є дане молоко якісним та безпечним, є знання хімічних, мікробіологічних та фізичних стандартів молочних продуктів. Отже, безпека харчових продуктів є надзвичайно важливою для захисту споживача від інфекційних агентів, таких як бактерії та паразити, які можуть передаватися через споживання молока. Завдяки безпечному поводженню з харчовими продуктами можна запобігти поширенню захворювань та смертельних випадків. Безпечне поводження з харчовими продуктами починається на етапі виробництва та триває протягом усього процесу виробництва. Нами проведено гігієнічний контроль умов утримання лактуючих корів, аналіз ефективності впроваджених санітарних заходів та дослідження молока на вміст соматичних клітин з метою діагностики маститу, у тому числі і субклінічної форми. Визначено відповідність молока до ДСТУ 3662 2018 молоко сировина коров'яче. Технічні умови. Визначено умови виробництва молока – умови утримання тварин, порівняльні особливості показників мікроклімату у типових приміщеннях та сучасних, збудованих для лактуючих корів. Дослідженнями доведено, що в літній період року температура повітря корівників коливалась в межах 25°C у типових приміщеннях, та 23°C у сучасних спроектованих приміщеннях, рівень відносної вологості повітря перевищував нормативно встановлені рівні та 8%. Одержані результати показали, що рівень соматичних клітин у молоці корів у весняний період був у межах від 90 до 400 тис/см³, 84% від загальної кількості досліджених зразків та відповідав екстра татунку, 14 % - вищому та першому молока, 2% - з вмістом соматичних клітин вище 501 тис/см³ в зимовий період відсоток молока екстра татунку підвищився до 82% та до 12% вищого та першого татунку відповідно вимог ДСТУ 36 62 2018. Відзначено відсутність молока з

вмістом соматичних клітин від 501 до 1500 тис/ см³, що можливо обґрунтувати високою ефективністю санітарних засобів переддоїльної і післядоїльної обробки вимені.

Ключові слова: лактуючі корови, молоко, соматичні клітини, ДСТУ, санітарні заходи.

Вступ. Тваринництво має бути безпечним для тварин та довкілля (Nempe et al., 2018). За різних сценаріїв зміни клімату прогнозуються більш екстремальні умови та більша мінливість регіонального клімату, що головним чином пов'язано зі збільшенням кількості хвиль спеки та їхньої тривалості у східних та південно-східних регіонах Європи (Tomczyk et al., 2019). Відомо, що теплове навантаження призводить до зниження виробництва молока, погіршує репродуктивні функції корів та впливає на добробут тварин, що також може мати довгострокові наслідки.

Мікрокліматичні параметри всередині тваринницьких приміщень поділяються на три основні категорії: фізичні (тобто температура, включаючи радіаційне тепло (°C); відносна вологість повітря (%); освітленість (лк); та швидкість руху повітря (м/с)), хімічні (тобто вміст газів у повітрі, таких як CO₂ , NH₃ , H₂S та CO (ppm); та органічний пил (мг/м³)) та біологічні (тобто патогени та паразити). Контроль мікроклімату в тваринницькому приміщенні слід розглядати як складний цілісний механізм, що складається з мікрокліматичних параметрів, що враховують вид, стадію життя, генетичний потенціал та період живлення, щоб створити сприятливі умови для здоров'я, розмноження та фертильності тварин, що утримуються. Важливо, що в середньому, коли тварини утримуються в тваринницьких приміщеннях, у 27% випадків занадто спекотно, а в 17% випадків занадто холодно [13].

Забезпечення якості – це критично спланована та систематична діяльність, що здійснюється в усіх сегментах системи якості та приховується за потреби, щоб забезпечити достатню впевненість у тому, що певний харчовий продукт відповідатиме вимогам якості. Небезпека – це біологічний, хімічний або фізичний агент, який може спричинити велику кількість захворювань або травм за відсутності його контролю. Широкий спектр харчових захворювань можна контролювати за допомогою таких рутинних дій, як дотримання особистої гігієни, належна обробка харчових продуктів, термічна обробка за вищої температури, належне приготування їжі перед вживанням та не піддавання їжі температурі, при якій можуть рости бактерії [2]. Angelidis, (2015) експериментально довів, що для виробництва безпечних молочних продуктів прийнятної якості для споживача необхідні хороші гігієнічні умови [1].

Grace, (2015) встановив проблеми безпеки молока, які частіше виникають на фермах та/або в ланцюгах корму, були визначені як нагальні проблеми. Існує суттєвий розрив між політикою та практикою через відсутність відповідних правил, інфраструктури та робочої сили. Крім того, доказів ефективних та сталих заходів для забезпечення безпеки харчових продуктів на місцевих ринках недостатньо [9], особливо в умовах інтенсифікації систем виробництва молочної продукції в країнах, що розвиваються. За оцінками ВООЗ, щороку 760 000 смертей у дітей пов'язані з діарейними захворюваннями, що робить їх

другою причиною смерті серед дітей віком до п'яти років у світі. Профілактика діарейних захворювань у країнах, що розвиваються, часто зосереджена на ролі водопостачання та стічних вод, тоді як харчові захворювання часто вважаються останніми [3, 7].

Залишки антибіотиків у молоці викликають занепокоєння, і більшість залишків антибіотиків у молоці походять від терапії маститу у молочної худоби, порушення періоду каренції, а також корми, забруднені залишками антибіотиків, також є способом потрапляння до молочної системи [8, 4]. Харчові захворювання створюють надмірне навантаження на стан здоров'я людей у цих регіонах і можуть сприяти харчовим захворюванням у розвинених країнах, якщо забруднені харчові продукти експортуються [5, 9, 10].

Таким чином, контроль харчових продуктів наголошується як обов'язкова регулярна діяльність, що здійснюється національними або місцевими органами влади для забезпечення захисту споживачів та забезпечення того, щоб усі харчові продукти під час виробництва, обробки, зберігання, переробки та розповсюдження були безпечними, корисними та придатними для споживання людиною.

Науково обґрунтований підхід до безпеки харчових продуктів не є чимось абсолютно новим та пов'язаний з різними видами діяльності, такими як належна сільськогосподарська практика, належна гігієнічна практика, належна виробнича практика та система аналізу ризиків і критичних контрольних точок (НАССР). Наукова оцінка хімічних речовин у певному харчовому продукті залишається давньою «традицією». Нова концепція, яку вона набула, полягає у використанні аналізу ризиків як основи для систематичного, структурованого та наукового огляду та реагування на проблеми безпеки харчових продуктів з метою підвищення якості прийняття рішень у всьому харчовому ланцюгу [3, 6].

Мета. Метою наших досліджень було проведення ветеринарно-санітарного інспектування виробництва молока в умовах провідного господарства півдня України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Гігієнічну оцінку умов утримання корів в умовах провідного господарства півдня України здійснювали використовуючи загальні гігієнічні методи досліджень. Вимірювання основних показників мікроклімату здійснювали за допомогою багатофункціонального анемометра (метеостанція) Venetech GM8910 (температура, вологість, барометричний тиск). Для вимірювання масових концентрацій шкідливих газів у повітряному середовищі виробничої зони приміщень використовували Універсальний газоаналізатор УГ-2, за допомогою індикаторних трубок, враховували зміну забарвлення шару індикаторного порошку в індикаторній трубці після прокачування через неї повітрязабірним застосунком УГ-2 повітря робочої зони виробничого приміщення. За висотою забарвленого стовпчика індикаторного порошку в трубці встановлювали концентрацію шкідливого газу повітря, що вимірювали за шкалою, градуйованою у мг/м³.

Застосовували діапазони вимірів, мг/м³: від 4 до 100 для визначення аміаку, від 1 до 250 – оксиду азоту, від 10 до 250 - оксиду вуглецю.

Рівень теплового стресу оцінювали за температурно-вологісним індексом (ТВІ), який базується на вимірюваннях температури повітря (ТП) та відносної вологості (ВВ), внаслідок чого їх сукупний вплив може бути надзвичайно смертельним для всієї худоби та її продуктивності в спекотні періоди. Іноді також враховуються додаткові змінні, які можуть збільшувати або зменшувати теплове навантаження, такі як радіація та швидкість руху повітря.

Оцінку молока на вміст соматичних клітин та діагностику маститів здійснювали віскозиметричним методом на приладі «Somatos» в умовах багатoproфільної лабораторії факультету ветеринарної медицини, Одеського державного аграрного університету. Відбір зразків молока від кожної корови проводили у стерильні пластикові контейнери для біологічних рідин, після переддоїльної обробки вимені та здоювання перших цівок молока в окремий посуд. Для утримання корів в господарстві обладнано два реконструйовані типові чотирьохрядні корпуси і один шестирядний сучасний збудований для лактуючих корів з додатковими стельовими вентиляторами. Спосіб утримання корів - безприв'язний, годівля здійснюється механізованою роздачею кормів у годівниці, кормовий прохід спроектований по центру 2-х рядів. Для регулярного прибирання приміщення від гною - обладнана скреперна установка. У Європі молочне скотарство характеризується переважно інтенсивним виробництвом молока завдяки високопродуктивним коровам, яких утримують переважно в корівниках з природною вентиляцією (NVB) (Hempel et al., 2019). З одного боку, головна перевага цих будівель полягає в їхніх енергозберігаючих властивостях, оскільки загалом природна вентиляція не потребує електроенергії для роботи вентиляторів. З іншого боку, ця система утримання особливо вразлива до зміни клімату, оскільки мікроклімат у корівнику безпосередньо залежить від навколишніх кліматичних умов (Hempel et al., 2018). Тому, зазвичай обладнують механічними системами влітку, зазвичай за допомогою циркуляційних вентиляторів, для перемішування повітря в корівнику. Це служить для підтримки природної вентиляції шляхом рециркуляції. При цьому вентиляція відбувається, коли свіже повітря потрапляє в корівник, тоді як рециркуляція відбувається, коли те саме повітря в корівнику прискорюється (Mondaca, 2019).

Регулярне прибирання приміщення від екскрементів, ефективне використання систем вентиляції, водопостачання сприяло комфортним умовам утримання тварин. Показники мікроклімату у зимовий, перехідний та літній періоди в реконструйованих та сучасному збудованому приміщеннях для лактуючих корів наведено в таблиці 1. Дослідженнями встановлено, що в літній період року температура повітря корівників коливалась в межах 25°C у типових приміщеннях, та 23°C у сучасних спроектованих приміщеннях, що відповідно менше на 2°C, і вище на 9°C та 7°C відповідно верхньої межі норми, однак не спостерігалось підвищення температури повітря приміщень вище за верхню межу теплової байдужості (27 - 35°C) за рахунок налагодженої системи вентиляції, наявності вигульних майданчиків і вільного руху тварин. У зимовий і перехідний періоди температурний режим повітря приміщень був в нормі.

Гігієнічна оцінка показників мікроклімату корівників, n=6

№ п/п	Показники	Періоди року			Норма
		Літній	Зимовий	Перехідний	
1.	Температура	25/23	12/11	16/14	9-16
2	Вологість	75/70	82/74	81/75	75
3	Швидкість руху повітря	1,5/1,6	0,5/0,6	0,5/0,8	0,5-1,5
4	Атмосферний тиск	760	750/760	765/760	760
5	Вміст шкідливих газів Аміак, мг/м ³ Вуглекислий газ, % Чадний газ, мг/м ³	8/5 0,2/0,1 10/7	18/10 0,3/0,1 18/10	16/12 0,2/0,1 15/6	20 0,3 20
6	Пилове забруднення	1,1/0,8	1,0/0,7	0,8/0,6	0,8-1,0 зимовий 1,2-1,5 літній періоди
7	Освітлення, -природне, люкс - штучне, Вт/м ²	78/80	72/125	70/80	75

Вміст відносної вологості повітря типових тваринницьких приміщень перевищував нормативно встановлені рівні на 9% у зимовий період та 8% у перехідний період.

Одержані результати показали, що вміст шкідливих газів, рівень пилового забруднення повітря корівників був у межах гранично допустимих норм, що пояснюється регулярним прибиранням приміщень, проведенням санітарних днів, налагодженою роботою системи вентиляції за рахунок стельових вентиляторів у сучасно сконструйованому приміщенні та належної вентиляції у типових приміщеннях.

Наявність вигульних майданчиків сприяє отриманню тваринами моціону, організм стимулюється видимими світловими променями через сітківку ока та шкіру, за рахунок фотосенсибілізаторів, які постійно є в крові тварин що впливає на активізацію роботи залоз внутрішньої секреції (наднирники, щитоподібна залоза, гонади), покращенню процесів обміну в організмі, тварини своєчасно приходять в охоту, зменшується відсоток прохолостів.

Доїльний зал оснащений системою Ялінка EuroClass та обладнаний доїльною установкою WestfaliaSurge, яка являє собою два паралельні переходи для корів по 12 голів (2 x 12). Завдяки особливому діагональному розміщенню корів оператори здатні обслужити одночасно максимальну кількість тварин. Також доїльний зал оснащений душовою установкою, кондиціонером, примусовою системою вентиляції, що є ефективними засобами профілактики теплового стресу (рис. 1-2).



Рисунок 1. Доїльний зал з системою Ялинка Euro Class та доїльним обладнання Westfalia Surge (рисунок авторів)

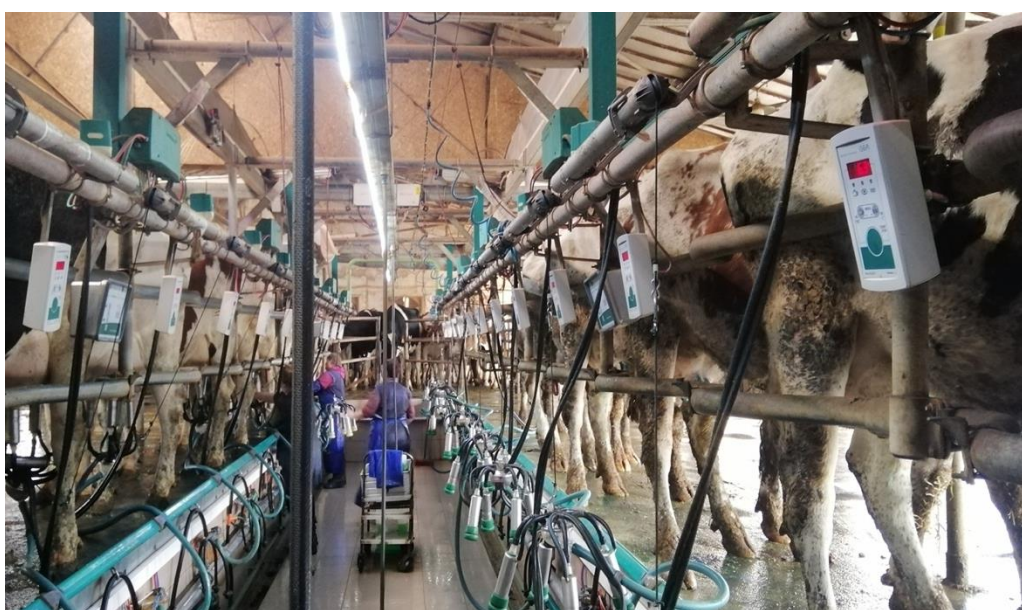


Рисунок 2. Доїльний зал з системою Ялинка Euro Class та доїльним обладнання Westfalia Surge (рисунок авторів).

Система обслуговується двома операторами, обов'язком яких є кріплення доїльної апаратури та обробка вимені - переддоїльної та після доїльної. Схема доїльного залу наведена на рисунку 3. Перед доїнням соски вимені обробляють ветеринарним препаратом 40% «Кенопур» у пропорції 4 частини засобу і 6 частин води з тривалістю контакту 30 секунд з метою очищення, антисептичної обробки та догляду за їх станом. Діюча речовина – молочна кислота, застосування методом пінного стаканчика, допоміжні та формоутворюючі речовини, поверхнево-активні речовини: гліцерол, алкілфтор-сульфонат натрію

C14-17, тридецил ефір сульфат натрію, хлорид натрію, додецилбензолсульфонова кислота, гідроокис натрію, вода.

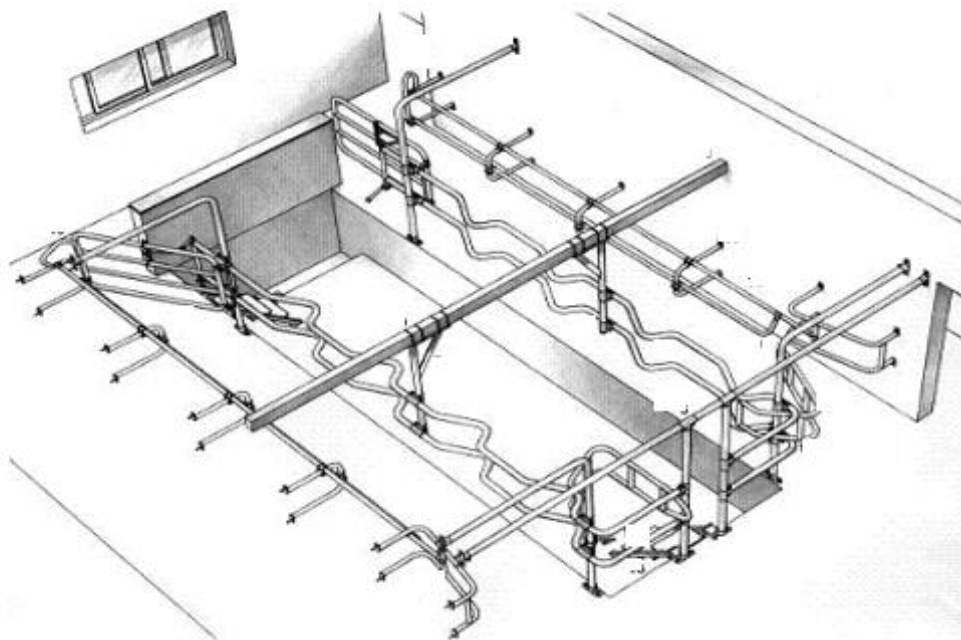


Рисунок 3. Схема доїльного зала (рисунок з документації господарства)

Для післядоїльної обробки сосків вимені у господарстві застосовують препарат «SensuDip 50 R» готовий до використання засіб для швидкої та ефективної дезінфекції, який забезпечує оптимальний догляд за шкірним покривом сосків вимені корови, тривалий захисний ефект за рахунок захисної плівки на сосках, що зберігається у період між доїннями. Завдяки фарбувальному елементу засобу досягається можливість проконтролювати ступінь якості обробки. Препарат має наступний склад: 0,5% (5.000 ppm) – хлоргексидин, гліцерин, ланолін. Щільність препарату становить 1,025 - 1,035 при 20 °C, рН середовища: 5,0 - 7,0 при 25 °C.

Дослідженнями встановлено, що тварини швидко привчаються до поведінки в доїльному залі, правильно займають свої місця і не схильні до стресу. Процес доїння повністю автоматизований, кожна тварина ідентифікована завдяки ошийникам фірми Allflex Livestock Intelligence яка дозволяє збирати, аналізують дані про тварин, контролювати продуктивність і показники здоров'я корів.

Висока антимікробна активність застосовуваного препарату 40% «Кенопур» до грампозитивних і грамнегативних мікроорганізмів, у тому числі і патогенних, що впливають на виникнення маститу: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Enterococcus hirae*, *Escherichia coli*, *Streptococcus* сприяло отриманню молока екстра та вищого гатунку.

Оцінка якості молока за рівнем соматичних клітин наведено в таблиці 2. Одержані результати досліджень показали, що рівень соматичних клітин у молоці корів у весняний період був у межах від 90 до 400 тис/ см³, що становило 84% від загальної кількості досліджених зразків та відповідав екстра

гатунку, 14 % - вищому та першому молока, 2% - з вмістом соматичних клітин вище 501 тис/см³.

Таблиця 2

Оцінка якості молока за рівнем соматичних клітин у весняний та зимовий періоди року, n = 50

Назва показника, одиниця вимірювання	Кількість зразків з вмістом соматичних клітин		
Кількість соматичних клітин, тис/см ³	До - 400	401 - 500	501 -1500
Весняний період			
	42	7	1
Зимовий період			
	44	6	-

У зимовий період відзначено підвищення відсотка молока екстра гатунку до 88% та до 12% вищого та першого гатунку. Встановлено відсутність а молока з вмістом соматичних клітин від 501 до 1500 тис/ см³, що можливо обґрунтувати кліматичними змінами середовища утримання тварин та високою ефективністю санітарних засобів переддоїльної і післядоїльної обробки вимені.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отже, враховуючи отримані результати, можна зробити висновок що в літній період року температура повітря корівників коливалась в межах 25°C у типових приміщеннях, та 23°C у сучасних спроектованих приміщеннях, що відповідно менше на 2°C, і вище на 9°C та 7°C відповідно верхньої межі норми. В зимовий і перехідний періоди температурний режим повітря приміщень був в межах норми.

Вміст відносної вологості повітря типових тваринницьких приміщень перевищував нормативно встановлені рівні на 9% у зимовий період та 8% у перехідний період. Вміст шкідливих газів, рівень пилового забруднення повітря корівників був у межах гранично допустимих норм.

Встановлено, що рівень соматичних клітин у молоці корів у весняний період був у межах від 90 до 400 тис/ см³, 84% від загальної кількості досліджених зразків та відповідав екстра гатунку, 14 % - вищому та першому молока, 2% - з вмістом соматичних клітин вище 501 тис/см³, в зимовий період відсоток молока екстра гатунку підвищився до 82% та до 12% вищого та першого гатунку відповідно вимог ДСТУ 36 62 2018 Молоко сировина коров'яче. Відзначено відсутність молока з вмістом соматичних клітин від 501 до 1500 тис/ см³, що можливо обґрунтувати високою ефективністю санітарних засобів переддоїльної і післядоїльної обробки вимені. У перспективі планується вивчити вплив гігієнічних умов утримання лактуючих корів (мікроклімат, відповідність технологічних елементів приміщень) на показники якості і безпечності молока.

Список використаної літератури

1. Angelidis, A. S. (2015). The Microbiology of Raw Milk. In: Papademas P (ed.) Dairy Microbiology. A Practical Approach. Taylor & Francis Group, LLC, USA
2. Addis M, Sisay D (2015). A Review on Major Food Borne Bacterial Illnesses. J. Trop. Dis. 3:176.
3. Akhtar S. , Sarker M.R. , Hossain A. Microbiological food safety: a dilemma of developing societies Crit. Rev. Microbiol., 40 (4) (2014), P. 348-359.
4. Brady M.S. , Katz S.E. Antibiotic/antimicrobial residues in milk *J. Food Prot.* 51 (1) (1988), P. 8-11.
5. ДСТУ 3662:2018 (чинний від 27.06.2018) Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. 12 с.
6. Food and Agriculture Organization (2003). Workshop on the prospective on the application of lactoperoxidase system in milk handling and preservation in Indonesia. FAO. Jakarta.
7. Food and Agriculture Organization (2011). A Review of the Ethiopian Dairy Sector. FAO Sub Regional Office for Eastern Africa (FAO/SFE).
8. FDA, H Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance, 2015 Revision U.S.D.o.H.a.H. Services, P.H. Service, and F.a.D. Administration (2015)
9. Grace, D. (2015). Food safety in low and middle income countries. International Journal of Environmental Research and Public Health, 12: 10490–10507
10. Handford C.E. , Campbell K. , Elliott C.T. Impacts of milk fraud on food safety and nutrition with special emphasis on developing countries .Compr. Rev. Food Sci. Food Saf., 15 (1) (2016), PP. 130-142
11. Hempel et al. Uncertainty in the measurement of indoor temperature and humidity in naturally ventilated dairy buildings as influenced by measurement technique and data variability Biosyst. Eng. (2018) <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.11.004>
12. M.R. Mondaca. Ventilation systems for adult dairy cattle. Vet. Clin. Food Anim. Pract. (2019) <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.10.006>
13. Schauburger, G.; Piringer, M.; Petz, E. Steady-state balance model to calculate the indoor climate of livestock buildings, demonstrated for finishing pigs. Int. J. Biometeorol. 2000, 43, 154–162.

Valerii Voicehivskiy,

PhD student

Odessa State Agrarian University, Odessa. Ukraine

ORCID <https://orcid.org/0009-0005-0724-6470>

e-mail: valeravoicehovskiy@gmail.com

Liudmyla Tarasenko,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor

Odessa State Agrarian University, Odessa. Ukraine

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5782-5079>

e-mail: tarasenkola1965@gmail.com

VETERINARY AND SANITARY INSPECTION OF MILK PRODUCTION

Abstract

Food safety and quality are critically important issues that should be given more attention worldwide, primarily from the perspective of nutritional quality and consumer health. Factors that

can be a source of potential hazards in food products are accompanied by improper agricultural practices and a poor hygienic environment at all stages of the food chain. Doctors and scientists are vitally dependent on each other in promoting both public health and social justice for the benefit of all, and that the state of health cannot improve without access to clean water, quality food, and hygienic living conditions. A key issue to consider whether a given milk is of high quality and safe is the knowledge of the chemical, microbiological, and physical standards for dairy products. Thus, food safety is extremely important to protect the consumer from infectious agents, such as bacteria and parasites, which can be transmitted through the consumption of milk. Through safe food handling, the spread

of diseases and deaths can be prevented. Safe food handling begins at the production stage and continues throughout the production process. We conducted a hygienic control of the conditions of keeping lactating cows, an analysis of the effectiveness of the implemented sanitary measures, and a study of milk for the content of somatic cells for the purpose of diagnosing mastitis, including its subclinical form. The compliance of milk with DSTU 3662 2018 raw cow's milk. Technical conditions was determined. The conditions of milk production were determined - the conditions of animal keeping, comparative features of microclimate indicators in typical premises and modern ones built for lactating cows. The studies proved that in the summer period of the year, the air temperature of cow sheds fluctuated within 25°C in typical premises and 23°C in modern designed premises, the level of relative air humidity exceeded the normative levels by 8%. The results obtained showed that the level of somatic cells in the milk of cows in the spring period was in the range from 90 to 400 thousand/cm³, with 84% of the total number of studied samples corresponding to extra grade, 14% to higher and first-grade milk, and 2% with a somatic cell content above 501 thousand/cm³. In the winter period, the percentage of extra-grade milk increased to 82% and to 12% of higher and first-grade respectively, according to the requirements of DSTU 36 62 2018. The absence of milk with a somatic cell content from 501 to 1500 thousand/cm³ was noted, which can be explained by the high effectiveness of sanitary means for pre-milking and post-milking udder treatment.

Keywords: lactating cows, milk, somatic cells, DSTU, sanitary measures.

Reference

1. Angelidis, A. S. (2015). The microbiology of raw milk. In P. Papademas (Ed.), *Dairy microbiology: A practical approach* (pp. [page numbers]). Taylor & Francis Group, LLC.
2. Addis, M., & Sisay, D. (2015). A review on major foodborne bacterial illnesses. *Journal of Tropical Diseases*, 3, 176.
3. Akhtar, S., Sarker, M. R., & Hossain, A. (2014). Microbiological food safety: A dilemma of developing societies. *Critical Reviews in Microbiology*, 40(4), 348-359. <https://doi.org/10.xxxx/xxxxx>
4. Brady, M. S., & Katz, S. E. (1988). Antibiotic/antimicrobial residues in milk. *Journal of Food Protection*, 51(1), 8-11.
5. DSTU 3662:2018 (effective from 27.06.2018) Raw cow's milk. Technical conditions. 12 p.
6. Food and Agriculture Organization. (2003). *Workshop on the prospective on the application of lactoperoxidase system in milk handling and preservation in Indonesia*. FAO. Jakarta.
7. Food and Agriculture Organization. (2011). *A review of the Ethiopian dairy sector*. FAO Sub Regional Office for Eastern Africa.
8. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, & Food and Drug Administration. (2015). *Grade "A" pasteurized milk ordinance, 2015 revision*.
9. Grace, D. (2015). Food safety in low and middle income countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12, 10490-10507.
10. Handford, C. E., Campbell, K., & Elliott, C. T. (2016). Impacts of milk fraud on food safety and nutrition with special emphasis on developing countries. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 130-142.

11. Hempel et al. Uncertainty in the measurement of indoor temperature and humidity in naturally ventilated dairy buildings as influenced by measurement technique and data variability Biosyst. Eng. (2018) <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.11.004>
12. M.R. Mondaca. Ventilation systems for adult dairy cattle. Vet. Clin. Food Anim. Pract. (2019) <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.10.006>
13. Schaubberger, G.; Piringer, M.; Petz, E. Steady-state balance model to calculate the indoor climate of livestock buildings, demonstrated for finishing pigs. Int. J. Biometeorol. 2000, 43, 154–162.

Стаття надійшла до редакції 23 травня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 4 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.08

УДК: 636.8.09:618.19-006

Кирило Телятніков,

магістр ветеринарної медицини, аспірант кафедри хірургії, акушерства та хвороб дрібних тварин

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID 0009-0007-4164-8822

email: lirikofan@gmail.com

Андрій Телятніков,

доктор ветеринарних наук, професор кафедри хірургії, акушерства та хвороб дрібних тварин

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID 0000-0002-7772-8679

email: telyatnikov1973@ukr.net

Микола Данілейко,

лікар ветеринарної медицини, головний лікар

Ветеринарний госпіталь «Айболить», м. Одеса, Україна

ORCID ID 0009-0008-2871-9021

email: sylar330@gmail.com

Надія Філімонова,

лікар ветеринарної медицини, ветеринарний лікар

Ветеринарний госпіталь «Айболить», м. Одеса, Україна

ORCID ID 0009-0001-3298-8362

email: filimonova98@ukr.net

ЗМІНИ БІОХІМІЧНОГО ТА МОРФОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ КРОВІ ЗА МЕТАСТАТИЧНИХ ФОРМ УРАЖЕННЯ МОЛОЧНИХ ЗАЛОЗ У КІШКИ ДОМАШНЬОЇ

Анотація

Проведено дослідження біохімічних та морфологічних змін складу крові у кішок хворих на злоякісні пухлини молочної залози з метастазами.

Для досліджень, які проводились за період 2022-24 років на базі кафедри хірургії, акушерства та хвороб дрібних тварин Одеського ДАУ та ветеринарного госпіталю «Айболить», м. Одеса, було обрано 19 кішок хворих на злоякісні пухлини молочної залози. Використовували рентген-діагностику грудної порожнини онкохворих тварин на предмет виявлення метастазів у легенях, що засвідчувало метастатичні форми ураження у кішок. Рентгендіагностика метастазів легень у кішок з онкопатологією проводилась у боковій проекції за використання рентгенівського діагностичного цифрового комплексу КРДЦ-02-Альфа. З метою остаточного визначення характеру пухлин проводили гістологічні дослідження операційного матеріалу з фіксацією у 10% нейтральному формаліні з

послідуючим фарбуванням гематоксілін-еозином, заздалегідь підготовлених парафінових зрізів, за авторською методикою. Біохімічні показники крові онкохворих кішок аналізувались на автоматичному біохімічному аналізаторі Chemray 240 за 15 стандартними показниками. Дослідження морфологічного складу крові онкохворих кішок були проведені на гематологічному аналізаторі HTI Micro CC-20 Plus за 20 стандартними показниками.

Діагностовано, що 6 кішок з 19 мали метастатичні форми ураження молочної залози; що склало 31,5% від загальної кількості досліджених тварин, при цьому за гістологічною картиною переважно виявлявся інфільтруючий дольковий рак молочної залози.

За біохімічними показниками крові встановлено достовірне збільшення у сироватці крові кількості: сечовини, лужної фосфатази, альфа амілази, аспартаттрансамінази (AST), аланінаміотрансферази (АЛТ) та холестерину у кішок з метастатичною формою ураження молочної залози. Крім того, була виявлена кореляція між метастатичною формою ураження молочної залози у кішок та морфологічними показниками крові: тромбоцитопенія, збільшення ШОЕ, лімфоцитопенія та сегментоядерна нейтрофілія.

Ключові слова: біохімічні показники крові, морфологічні показники крові, пухлина молочної залози, метастази пухлин, кішка домашня

Вступ. Онкопатологія залишається одним з актуальних питань ветеринарної хірургії, особливо пухлини молочної залози у домашніх кішок [1, 2].

Пухлини молочної залози у кішок, за даними закордонних досліджень, є досить поширеним захворюванням, що становить до 17% від всіх типів пухлин, знаходячись на третьому місці після лимфом та пухлин шкіри [3,4].

Згідно статистичних даних, річна захворюваність на пухлини у кішок становить від 13 до 25 випадків на 100 000 кішок, при цьому середній термін виживання (MST) становить від 8 до 12 місяців після встановлення діагнозу, а рівень злоякісності складає від 80 до 96% [5, 6, 7].

Крім того, онкологічні захворювання створюють виклики ветеринарному лікарю у визначенні подальшого лікування вищезазначеної патології та представляють певну морально-психологічну проблему власнику тварини.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сучасний рівень розвитку ветеринарної хірургії дрібних домашніх тварин передбачає оволодіння ветеринарним лікарем новітніх технологій діагностики різноманітних онкопатологій, переосмислення методів і засобів лікування хірургічно онкохворих тварин, у тому числі і пухлин молочної залози у домашніх кішок [8].

На особливу увагу заслуговує своєчасна постановка чіткого діагнозу та призначення адекватного лікування що може сприяти уникненню втраченого часу, страждань і реальної загрози загибелі онкохворої тварини.

Зволікання ветеринарних фахівців з постановкою чіткого діагнозу за різних типів пухлин, у порівнянні з ситуацією в гуманній медицині, пов'язується з доволі обмеженою кількістю наукових досліджень які б чітко визначали період виживання та прогноз за лікування онкохворих тварин.

Згідно літературних джерел, послідовність діагностики пухлини молочної залози у кішок основана на зборі клінічних досліджень, а саме: ретельний збір анамнестичних даних та клінічний огляд онкохворої тварини.

Остаточне визначення характеру пухлин здійснюється на підставі цитологічних (дослідження виділень із соска молочної залози, мазок-відбиток та біопсія) та гістологічних досліджень (дослідження видаленої пухлини з метою з'ясування стадії патоморфологічного процесу та постановки діагнозу).

Використання інструментальних методів за онкопатології переважно направлене на виявлення метастазів у внутрішніх органах та легенях тварин. Останнім часом, з інструментальних методів досліджень, використовуються: рентгенологічні, в тому числі комп'ютерна томографія; магнітно-резонансні томографічні та ультразвукові дослідження.

Крім того, гуманна медицина пропонує ранню діагностику онкопатології за рахунок онкомаркерів. Онкомаркери (речовини різного походження: гормони, ферменти, білки, антигени, ліпіди і глікопротеїди, метаболіти, та ін..) цілком можливо застосовувати з метою виявлення метастатичних форм ураження тварин пухлинами, контролю їх рецидивів та ефективністю радіо-або хіміотерапії [9].

Своєчасна діагностика онкопатології у кішок існуючими онкомаркерами [10] зазвичай дуже витратна та трудомістка, це призводить до того що власники онкохворих тварин звертаються до ветеринарного лікаря на пізніх стадіях розвитку пухлин, а саме, з метастатичними формами ураження. Визначення деяких біохімічних показників та ферментів, за діагностики злоякісних пухлин молочної залози у кішок, також відіграє важливу роль, у якості виявлення предикторів онкохвороби. Не менш важливу роль, за надання невідкладної допомоги та подальшого вибору лікування, відіграє розуміння ветеринарним лікарем стану гематологічних показників крові онкохворих котів [11].

Мета: Дослідити біохімічні та морфологічні зміни складу крові у котів хворих на злоякісні пухлини молочної залози з метастазами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Матеріалом для досліджень було обрано 19 кішок хворих на злоякісні пухлини молочної залози. Дослідження проводились за період 2022-24 років на базі кафедри хірургії, акушерства та хвороб дрібних тварин Одеського ДАУ та ветеринарного госпіталю «Айболить», м. Одеса. Під час виконання роботи застосовували: статистичні, клінічні, рентгенологічні, гістологічні, біохімічні та лабораторно-морфологічні методи досліджень.

Під час постановки діагнозу, у кішок хворих на пухлини молочної залози, проводили ретельний збір анамнестичних даних, клінічний огляд хворої тварини на наявність новоутворень в ділянці молочних пакетів. З інструментальних методів досліджень використовували рентген-діагностику грудної порожнини онкохворих тварин на предмет виявлення метастазів у легенях, що засвідчувало метастатичні форми ураження у кішок. Рентгендіагностика метастазів легень у кішок з онкопатологією проводилась у боковій проекції за використання рентгенівського діагностичного цифрового комплексу КРДЦ-02-Альфа (рис.1-2).

З метою остаточного визначення характеру пухлин проводили гістологічні дослідження операційного матеріалу з фіксацією у 10% нейтральному

формаліні з послідуєчим фарбуванням гематоксілін-еозином, заздалегідь підготовлених парафінових зрізів, за авторською методикою (Горальський Л.П., 2005).



Рисунок 1. Зовнішній вигляд рентгенівського діагностичного цифрового комплексу КРДЦ-02-Альфа, з рентгенівською трубкою IAE RTM 782 HS (рисунок авторів)



Рисунок 2. Методика укладки кішки з метою виявлення метастазів пухлин у грудну порожнину (рисунок авторів)

Біохімічні показники крові онкохворих кішок аналізувались на автоматичному біохімічному аналізаторі Chemray 240 (рис.3), за 15 стандартними показниками: Глюкоза, Креатинин, Сечовина, Лужна фосфатаза, Альфа-амілаза, Загальний білок, Альбумін, Глобулін, Співвідношення Альбумін/Глобулін (А/Г), Загальний білірубін, Аспаратамінотрансфераза (АСТ), Аланінамінотрансфераза (АЛТ), Гамма-глутамілтрансфераза (ГГТ), Холестерин, Тригліцериди.

Дослідження морфологічного складу крові онкохворих кішок були проведені на гематологічному аналізаторі HTI Micro CC-20 Plus (рис.4), за 20 стандартними показниками: Еритроцити, Середній об'єм еритроциту (MCV), Розподіл еритроцитів (RDW), Гемоглобін (HGB), Середній вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH), Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті (MCHC), Гематокрит (HCT), Лейкоцити (WBC), Базофіли, Еозинофіли, Нейтрофіли (Юні, Паличкоядерні та Сегментоядерні), Моноцити, Лімфоцити, Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ), Тромбоцити (PLT), Середній об'єм тромбоцитів (MPV), Розподіл тромбоцитів (PDW), Тромбоцит (PCT).



Рисунок 3. Біохімічний аналізатор Chemray 240 (фото авторів)



Рисунок 4. Гематологічний аналізатор HTI Micro CC-20 Plus (фото авторів)

Результати досліджень. Під час вивчення біохімічних показників крові кішок (за 15 стандартними показниками) хворих на пухлини молочної залози, були виявлені достовірне збільшення наступних показників: Сечовина на 40,5% (15,59 ммоль/л) у 6 тварин; Лужна фосфатази на 241,5% (221,65 од/л) у 15 тварин; Альфа амілаза на 71,4% (2045 од/л) у 13 тварин; Аспартаттрансаміназа (AST) на 59,7% (63,1 од/л) у 10 тварин; Аланінтрансаміназа (ALT) на 62,6% (85,3 од/л) у 8 тварин; Холестерин на 21,3% (5,1 ммоль/л) у 7 тварин. З них, у 6 тварин з метастатичними формами ураження молочних залоз спостерігались достовірне збільшення кількості: Сечовини, Лужної фосфатази, Альфа амілази, Аспартаттрансамінази (AST) та Холестерину (табл. 1). Інші показники також зазнавали змін, а саме, було відмічено: підвищення рівня глюкози - 7,6 ммоль/л (▲27%) за норми 3,4 - 6,0 ммоль/л; підвищення рівня глобулінів – 51,6 г/л

(▲10%) за норми 24,4 - 47,0 г/л; зниження співвідношення Альбумін/Глобулін (А/Г) - 0,53(▼12%) за норми 0,60 - 1,20; рівень гамма-глутамілтрансферази (ГГТ) був знижений – 1,0 од/л (▼44%) за норми у 1,8 - 12,0 од/л.

Таблиця 1

Деякі біохімічні показники крові кішок

хворих на злоякісні пухлини молочної залози (n=19) Назва показника	Кількість тварин	Середнє значення	Одиниця виміру	Норма	Відхилення від норми, (%)
Сечовина	6	15,59±0,64*	ммоль/л	5,5-11,1	▲40,5
Лужна фосфатаза	15	221,65±0,62**	од./л	12,0-65,0	▲241,0
Альфа-амілаза	13	2045±1,73* *	од./л	372,0-1193,0	▲71,4
AST	10	63,1±0,82**	од./л	9,2-39,5	▲59,7
ALT	8	85,3±1,79*	од./л	8,8-52,5	▲62,6
Холестерин	7	5,1±0,11**	ммоль/л	1,8-4,2	▲21,3

Примітка: * - $P < 0,01$; ** - $P < 0,001$.

Слід зазначити що не було достовірно зафіксовано змін з боку наступних показників: рівень креатиніну був у межах норми (112,6 мкмоль/л) за норми 48,6 - 165,0 мкмоль/л; показники загального білку знаходились на верхній межі референтного рівня - 78,8 г/л, за норми 57,5 - 79,6 г/л; середній рівень альбумінів склав 27,2 г/л за норми 24,5 - 37,5 г/л; загальний білірубін був у межах 6,0 мкмоль/л за норми у 0,0 - 6,8 мкмоль/л; рівень тригліцеридів знаходився на рівні 0,85 ммоль/л за норми 0,38 - 1,10 ммоль/л.

Дослідженнями змін морфологічних показників крові онкохворих кішок виявлялись достовірні відхилення від норми, а саме: лімфоцитопенія (11 тварин) - зменшення на 44,5%; сегментоядерна нейтрофілія (7 тварин) – збільшення на 52,5 %; прискорення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) - 6 тварин, у середньому до 30,5 мм/год (134,6%), дивись таблицю 2.

Зменшення кількості лейкоцитів, за метастатичної форми злоякісних пухлин – 4 тварини, статистично було не підтверджено, на відміну від достовірного зменшення кількості лімфоцитів у всіх тварин з метастазами (6). Крім того, було виявлено підвищення рівня палочкоядерні нейтрофілів у 3 та зниження кількості тромбоцитів у 5 кішок з метастатичними формами пухлин (див. табл. 2). Середній об'єм тромбоцитів (MPV) знаходився ближче до ньожньої межі -7,1 мкм³(фл) за норми 7,0 - 12,0 мкм³(фл). Також спостерігали, у бік збільшення, зміни розподілу тромбоцитів (PDW) - 8,900 % та тромбокрити (PCT) 0,213 %. Також спостерігали коливання, в бік збільшення, у розподілі еритроцитів (RDW) - 15,0 %, за норми 14,0 - 18,0 х 10¹²/л та гематокрити (HCT) - 34,1 %, за норми 28,0 - 49,0 %. Незначне збільшення, у крові котів з

метастатичними формами пухлин, також фіксували з боку еозінофілів - 6 % (1 - 8 норма) та моноцитів - 2 % (1 - 5 норма).

Таблиця 2

**Деякі морфологічні показники крові кішок
хворих на злоякісні пухлини молочної залози (n=19)**

Назва показника	Кіль- кість тварин	Середнє значення	Одиниця виміру	Норма	Відхилення від норми, (%)
Лейкоцити (WBC)	6	2,9 ±2,1	10*9/л	5,5 -18,0	▼47%
Палочкоядерні нейтрофіли	5	6 ±2,7	%	0 - 4	▲50%
Сегментоядерні нейтрофіли	7	114,3±1,8*	%	35 - 75	▲52,5%
Лімфоцити	11	11,1±0,92**	%	20 - 55	▼44,5%
ШОЕ	6	30,5±1,2**	мм/год	0-13	▲134,6%
Тромбоцити (PLT)	9	260±3,2	10*9/л	300 - 550	▼13%

Примітка: * - $P < 0,01$; ** - $P < 0,001$.

Достовірне підвищення рівня сегментоядерних нейтрофілів, як і швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) було зафіксовано у всіх 6 досліджених кішок хворих на метастатичну форму ураження молочної залози (див. табл.2).

Коливання інших морфологічних показників крові дослідних тварин не виходили за межі допустимих ($P < 0,001$) та знаходились на наступних рівнях: еритроцити - 6,90 $10^{12}/л$, за норми 4,60-10,00 $10^{12}/л$; середній об'єм еритроцита (MCV) 49,4 мкм³(фл), за норми 39,0 - 52,0 мкм³(фл); гемоглобін (HGB) - 114 г/л, за норми 80 - 160 г/л; Середній вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH) - 16,5 Пг, за норми 13,0 - 21,0 Пг; Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті (MCHC) - 334 г/л, за норми 300 - 380 г/л; базофіли та юні нейтрофіли також не виходили за межі допустимої норми (0 – 1 та 0 відповідно).

Отже, на підставі отриманих результатів, 6 кішок з 19 мали метастатичні форми ураження молочної залози; що склало 31,5% від загальної кількості досліджених тварин, при цьому за гістологічною картиною переважно виявлявся інфільтруючий дольковий рак молочної залози. Крім того, була виявлена кореляція між метастатичною формою ураження молочної залози у кішок та морфологічними показниками крові: тромбоцитопенія, збільшення ШОЕ, лімфоцитопенія та сегментоядерна нейтрофілія [12].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Вивчено зміни морфологічного складу крові за метастатичної форми ураження молочної залози у кішок.

Встановлено достовірне збільшення у сироватці крові кількості: сечовини, лужної фосфатази, альфа амілази, аспартаттрансамінази (AST), аланінамінотрансферази (АЛТ) та холестерину у кішок з метастатичною формою ураження молочних залоз.

Перспективи подальших досліджень полягають у виявленій кореляції між біохімічними показниками, які відповідають за функціональний стан печінки, підшлункової залози та нирок, за метастатичної форми ураження молочної залози у кішки домашньої, що доводить одночасне навантаження на всі ці системи обміну речовин у дослідних тварин. Тобто наявність одночасно запальних процесів у печінці та підшлунковій залозі з ознаками ниркової недостатності може слугувати одним з предикторів злоякісних пухлин у кішок. Крім того, вищезазначені зміни у цих органах онкохворих тварин призводять до змін їх щільності, що може бути виявлено на ранніх етапах захворювання за допомогою метода томоденситометрії. Успішне використання зазначеної методики на біологічних моделях вже проводилось раніше (Телятніков А.В., 2017). Тобто пропонується використання методу комп'ютерної томографії з метою раннього виявлення предиктору злоякісної пухлини молочної залози у кішок, зосереджуючись на одночасній зміні комп'ютерно-томографічних щільностей: печінки, підшлункової залози та нирок.

Список використаної літератури

1. Zappulli V, De Zan G, Cardazzo B, et al. Feline mammary tumours in comparative oncology. *J Dairy Res* 2005; 72, p. 98–106
2. Zappulli V, Rasotto R, Caliaro D, et al. Prognostic evaluation of feline mammary carcinomas: a review of the literature. *Vet Pathol* 2015; 52, p. 46–60
3. Hayes HM Jr, Milne KL, Mandell CP. Epidemiological features of feline mammary carcinoma. *Vet Rec* 1981; 108, p. 476-479
4. Lana SE, Rutteman GR, Withrow SJ. Tumors of the mammary gland. In: Withrow SJ, Vail DM, eds. *Small animal clinical oncology*. 4th edn. Canada: Saunders Elsevier, 2001, p. 628-636
5. Seixas, F., Palmeira, C., Pires, M. A., et al. Grade is an independent prognostic factor for feline mammary carcinomas: a clinicopathological and survival analysis. *The Veterinary Journal* 2011; 187, p. 65-71
6. Nordin, M., Osman, A., Shaari, R., et al. Recent overview of mammary cancer in dogs and cats: classification, risk factors and future perspectives for treatment. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 2017; 10, p. 64-69
7. Dagher, E., Abadie, J., Loussouarn, D., et al. Feline invasive mammary carcinomas: prognostic value of histological grading. *Veterinary Pathology* 2019; 56, p. 660-670
8. Morris J. Mammary tumours in the cat: size matters, so early intervention saves lives. *J Feline Med Surg* 2013; 15, p. 391–400
9. Телятніков К. А., Телятніков А.В., Білий Д.Д. Клініко-діагностична характеристика предикторів за пухлин молочної залози у котів // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції: Сучасний стан розвитку ветеринарної медицини, науки і освіти присвяченої 35-річчю заснування факультету ветеринарної медицини, м. Житомир, 12-13 жовтня 2022 р. Одеса: ОДАУ, 2022. С. 136-139.
10. Maritato KC, Schertel ER, Kennedy SC, et al. Outcome and prognostic indicators in 20 cats with surgically treated primary lung tumors. *J Feline Med Surg* 2014; 16, p. 979–984
11. Giménez F, Hecht S, Craig LE, et al. Early detection, aggressive therapy: optimizing the management of feline mammary masses. *J Feline Med Surg* 2010; 12, p. 214–224
12. Телятніков К.А., Телятніков А.В., Білий Д.Д., Данілейко М.Ю., Філімонова Н.Ю. Дослідження гематологічних показників за метастатичної форми ураження молочних залоз у котів // Міжнародна науково-практична конференція науково-педагогічних працівників та молодих науковців «Актуальні аспекти розвитку ветеринарної медицини в умовах євроінтеграції», м. Одеса, 14-15 вересня 2023 р. Одеса: ОДАУ, 2023. С. 173-175.

Kyrylo Teliatnikov,

Master of Veterinary Medicine, Postgraduate Student, Department of Surgery, Obstetrics and Small Animal Diseases
Odessa State Agrarian University, Odesa, Ukraine
ORCID ID 0009-0007-4164-8822
email: lirikofan@gmail.com

Andriy Teliatnikov,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Surgery, Obstetrics and Diseases of Small Animals
Odessa State Agrarian University, Odesa, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-7772-8679
email: telyatnikov1973@ukr.net

Mykola Danilevko,

Doctor of Veterinary Medicine, Chief Physician
Veterinary Hospital "Aibolit", Odesa, Ukraine
ORCID ID 0009-0008-2871-9021
email: sylar330@gmail.com

Nadiya Filimonova,

Doctor of Veterinary Medicine, Veterinary Doctor
Veterinary Hospital "Aibolit", Odesa, Ukraine
ORCID ID 0009-0001-3298-8362
email: filimonova98@ukr.net

**CHANGES IN THE BIOCHEMICAL AND MORPHOLOGICAL
COMPOSITION OF BLOOD IN METASTATIC FORMS OF MAMMARY
GLAND DISEASE IN DOMESTIC CATS**

Abstract

A study of biochemical and morphological changes in the blood composition in cats with malignant mammary tumors with metastases was conducted.

For the research conducted during the period 2022-24 at the Department of Surgery, Obstetrics and Small Animal Diseases of the Odessa State University and the Aibolit Veterinary Hospital, Odessa, 19 cats with malignant mammary tumors were selected. X-ray diagnostics of the chest cavity of cancer-infected animals was used to detect metastases in the lungs, which indicated metastatic forms of the lesion in cats. X-ray diagnostics of lung metastases in cats with oncopathology was performed in lateral projection using the X-ray diagnostic digital complex KRDC-02-Alpha.

In order to finally determine the nature of the tumors, histological studies of the surgical material were performed with fixation in 10% neutral formalin followed by staining with hematoxylin-eosin, of previously prepared paraffin sections, according to the author's method.

Biochemical parameters of blood of cats with cancer were analyzed on an automatic biochemical analyzer Chemray 240 using 15 standard parameters. Studies of the morphological composition of blood of cats with cancer were conducted on an HTI Micro CC-20 Plus hematological analyzer using 20 standard parameters.

It was diagnosed that 6 cats out of 19 had metastatic forms of mammary gland lesions; which amounted to 31.5% of the total number of animals studied, with the histological picture mainly revealing infiltrating lobular mammary gland carcinoma.

According to biochemical blood parameters, a significant increase in the serum levels of: urea, alkaline phosphatase, alpha amylase, aspartate transaminase (AST), alanine aminotransferase (ALT), and cholesterol was found in cats with metastatic mammary gland lesions.

In addition, a correlation was found between the metastatic form of mammary gland lesions in cats and morphological blood parameters: thrombocytopenia, increased ESR, lymphocytopenia, and segmental neutrophilia.

Keywords: biochemical blood parameters, morphological blood parameters, mammary gland tumor, tumor metastases, domestic cat

Reference

1. Zappulli V, De Zan G, Cardazzo B, et al. Feline mammary tumours in comparative oncology. *J Dairy Res* 2005; 72, P. 98–106
2. Zappulli V, Rasotto R, Caliari D, et al. Prognostic evaluation of feline mammary carcinomas: a review of the literature. *Vet Pathol* 2015; 52, p. 46–60
3. Hayes HM Jr, Milne KL, Mandell CP. Epidemiological features of feline mammary carcinoma. *Vet Rec* 1981; 108, P. 476-479
4. Lana SE, Rutteman GR, Withrow SJ. Tumors of the mammary gland. In: Withrow SJ, Vail DM, eds. *Small animal clinical oncology*. 4th edn. Canada: Saunders Elsevier, 2001, P. 628-636
5. Seixas, F., Palmeira, C., Pires, M. A., *et al.* Grade is an independent prognostic factor for feline mammary carcinomas: a clinicopathological and survival analysis. *The Veterinary Journal* 2011; 187, P. 65-71
6. Nordin, M., Osman, A., Shaari, R., *et al.* Recent overview of mammary cancer in dogs and cats: classification, risk factors and future perspectives for treatment. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 2017; 10, P. 64-69
7. Dagher, E., Abadie, J., Loussouarn, D., *et al.* Feline invasive mammary carcinomas: prognostic value of histological grading. *Veterinary Pathology* 2019; 56, P. 660-670
8. Morris J. Mammary tumours in the cat: size matters, so early intervention saves lives. *J Feline Med Surg* 2013; 15, P. 391–400
9. Teliatnikov K. A., Teliatnikov A.V., Bilyi D.D. Kliniko-diahnostychna kharakterystyka predyktoriv za pukhlyn molochnoi zalozy u kotiv // Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii: Suchasnyi stan rozvytku veterynarnoi medytsyny, nauky i osvity prysviachenoï 35-richchiu zasnuvannia fakultetu veterynarnoi medytsyny, m. Zhytomyr, 12-13 zhovtnia 2022 r. Odesa: ODAU, 2022. P. 136-139.
10. Maritato KC, Schertel ER, Kennedy SC, et al. Outcome and prognostic indicators in 20 cats with surgically treated primary lung tumors. *J Feline Med Surg* 2014; 16, P. 979–984
11. Giménez F, Hecht S, Craig LE, et al. Early detection, aggressive therapy: optimizing the management of feline mammary masses. *J Feline Med Surg* 2010; 12, P. 214–224
12. Teliatnikov K.A., Teliatnikov A.V., Bilyi D.D., Danileiko M.Iu., Filimonova N.Iu. Doslidzhennia hematolohichnykh pokaznykiv za metastatychnoi formy urazhennia molochnykh zaloz u kotiv // Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia naukovo-pedahohichnykh pratsivnykiv ta molodykh naukovtsiv «Aktualni aspekty rozvytku veterynarnoi medytsyny v umovakh yevrointehratsii» prysviachena 85-richchiu zasnuvannia fakultetu veterynarnoi medytsyny ODAU, m. Odesa, 14-15 veresnia 2023 r. Odesa: ODAU, 2023. P. 173-175.

Стаття надійшла до редакції 26 травня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 5 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.09

UDC 637.12.05

Olha Piven,

PhD, Docent, Associate Professor of the Department of Infectious Pathology, Biosafety and Veterinary and Sanitary Inspection named after Professor V. Ya. Atamas

Odesa State Agrarian University

Odesa, Ukraine

ORCID ID 0000-0001-8168-1677

e-mail: olhapiven@gmail.com

Alyona Prsyazhnyuk,

6th year student of the second (master's) level of higher education, EP «Veterinary Hygiene, Sanitation and Expertise»,

Odesa State Agrarian University,

Odesa, Ukraine

ORCID ID 0009-0005-8626-6057

e-mail: uvhtdvf79@gmail.com

SEASONAL DYNAMICS OF SOMATIC CELL CONTENT IN MILK OF COWS FROM HOMEHOLD FARM

Abstract

The article presents the results of monitoring the seasonal dynamics of the content of somatic cells in raw cow's milk during 2024-2025. During the research period, samples of raw cow's milk taken at the agri-food markets of Odessa, as well as samples of raw cow's milk taken at the city's spontaneous markets, were examined. The obtained research results showed that for most of the year, samples of raw cow's milk sold at the agri-food markets of Odessa, in terms of somatic cell content, meet the requirements for high-quality raw materials, according to the current Ukrainian standard DSTU 3662:2018 "Raw cow's milk. Technical requirements", which regulates the safety and quality of this product of animal origin. In particular, it was found that the largest number of somatic cells in raw cow's milk from agri-food markets was detected during June, October and November, respectively - 420.0 ± 3.5 ; 425.5 ± 3.2 and 429.8 ± 3.8 thousand/cm³. All these values, according to the current DSTU 3662:2018, correspond to first-grade raw milk. At the same time, samples of cow's milk from the spontaneous markets of Odessa, in most cases, can be attributed to first-grade and non-grade raw materials. In addition, the study found an increase in the content of somatic cells in both types of raw cow's milk samples in the fall (October-November) and in the spring (April-May). Thus, the average content of somatic cells in raw cow's milk sold at the spontaneous markets of Odessa exceeds the average annual indicators in samples taken at agri-food markets by 21%. The increase in the content of somatic cells in raw cow's milk is in most cases associated with the presence of subclinical mastitis in dairy cattle, which often does not have pronounced clinical manifestations, however, milk from such animals is dangerous for consumption by humans and animals, as it contains an increased number of microorganisms. The presented research results also proved the feasibility of combating spontaneous markets, because the products sold in them are not subject to veterinary and sanitary inspection and in most cases pose a threat to the health of consumers, causing outbreaks of food infections and toxicosis.

Keywords: *dairy herd, herd health, somatic cells, spontaneous markets, bacterial contamination of milk, subclinical mastitis.*

Introduction. Cow's milk, being a valuable food product, has been highly valued all over the world since ancient times. This food product is part of the daily diets of millions of people. In addition, raw milk is the basis for the production of a different types of fermented milk products. However, cow's milk is also characterized by perishability, and is also a product of biological origin that can act as a source of transmission of zoonotic diseases to humans, be a source of outbreaks of foodborne infections and toxoinfections [8].

One of the leading parameters by which a hygienic assessment of milk can be carried out is the number of somatic cells in the raw material. This approach is widely used in EU countries, Canada, and the USA. In Ukraine, determining the content in raw milk is also mandatory, as it allows you to conclude that hygiene requirements have been met in the process of obtaining raw materials, and also allows you to identify animals with subclinical mastitis [9]. Somatic cells are always present in milk, but their number increases when an infectious agent enters the udder or it is damaged [24].

In Ukraine, the issue of the quality of cow's milk raw material is very acute, because the majority of raw material is produced on homestead farms (70%). Accordingly, it is very problematic to monitor compliance with sanitary and hygienic requirements in such farms [13].

Analysis of recent research and publications. The sanitary and hygienic quality of cow's milk production is a significant problem, because the general bacterial contamination of dairy raw materials is a set of sources of microorganisms entering the technological environment. That is, this includes the microflora of the udder, the microflora of the udder canals, bacterial contamination of milking equipment, the microflora of service personnel and the environment. However, it should be understood that during the processing process, the quality indicators of raw milk cannot be improved, they can only be stabilized [2, 4].

Raw milk acts as a nutrient medium for the reproduction and preservation of a significant number of microorganisms, including pathogenic and toxic ones [3]. Literature sources indicate that raw milk most often contains not only micrococci, psychrophilic microorganisms belonging to the genera *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterobacter*, but also pathogenic and conditionally pathogenic microorganisms (*Escherichia coli*, staphylococci, corynebacteria, streptococci, etc.), which are the cause of inflammatory processes in the mammary gland and can cause consumers' food poisoning [4, 15].

Today, the most common method of heat treatment of raw milk is pasteurization, which can be carried out using various thermal regimes. The most effective approach that allows obtaining safe and high-quality dairy raw materials from dairy herds is the implementation of the HACCP system, recognized in most countries of the world, at the facilities of market operators [1, 3, 20].

A significant problem at raw milk production facilities is the problem of mastitis in cows, which leads to economic losses and reduced animal productivity

[10, 22]. Pathology occurs under the influence of a complex of exogenous and endogenous factors. The disease is manifested by morphological changes in tissues and physicochemical properties of milk. The nature of the manifestation of the inflammatory process directly depends on the duration of exposure to mechanical, thermal and chemical factors. They are the cause of the decrease in resistance of the mammary gland of cows. Against this background, optimal conditions are created for the influence of microorganisms [5]. The most dangerous form of mastitis is subclinical, which can be detected only by the content of somatic cells in the milk (leukocytes, epithelial cells). According to European standards, raw milk should contain no more than 250 thousand somatic cells per 1 cm³ [6-7]. Literature sources report that an increase in the content of somatic cells, in some cases, may be associated with the onset of lactation, with the period of start-up and estrus [16, 23]. There are studies that prove the connection in cows between morphological and molecular genetic parameters of mastitis incidence [18]. According to literature sources, the content of somatic cells in milk is influenced by the productivity of dairy cows, their health, stage of lactation, and breed. In addition, any change in environmental conditions, unsatisfactory management methods on farms, as well as stress factors significantly increase the content of somatic cells in raw milk. On the other hand, compliance with hygiene requirements, as well as rational feeding, allows you to reduce the content of somatic cells in milk [21, 25-26].

According to scientists, mastitis in 90% of cases proceeds without clinical manifestations. Research results demonstrate that mastitis milk is characterized by a reduced density (less than 1025.0), titrated acidity (14–15 °T), and its active acidity is 7.7–7.1. During mastitis, the fat content of raw milk first increases and then decreases [11, 19]. Scientists report that as the content of somatic cells in raw milk increases, its biological value is lost; technological properties deteriorate during processing, and the acidity of milk decreases; losses of fat, casein, lactose, etc are observed [18].

Today, biochemical, cytological and bacteriological methods are used to diagnose subclinical mastitis. Indirect express methods for determining the increase in the number of somatic cells in raw milk include: Whatside test; California mastitis test; test with dymastine, mastidine; settling test [14]. There are reports that raw milk, which is supplied for sale to agri-food markets, should be examined for physicochemical parameters in 100% of cases, especially in autumn and spring [17].

There are several approaches to monitoring the health of cows' udders in the world: milk sampling from a common tank and individual sampling. For the purpose of monitoring, tests are carried out on an ongoing basis for the content of *E. coli*, total bacterial contamination and somatic cell count [12].

The aim of the study was to investigate the seasonal dynamics of the content of somatic cells in raw cow's milk, which is sold in dairy buildings of agro-food markets in Odesa and in spontaneous markets.

Presentation of the main research material. The research was conducted at the Department of Infectious Pathology, Biosafety and Veterinary and Sanitary Inspection named after Prof. V. Ya. Atamas and at the Multidisciplinary Laboratory of Veterinary Medicine of the Odesa State Agrarian University.

The study period was from June 2024 to May 2025. Every month, samples of raw cow's milk were randomly selected at the agri-food markets of Odesa (5 samples each month) and at the spontaneous markets of Odesa (5 samples each month). A total of 120 samples of raw cow's milk were tested during the research period.

The content of somatic cells in the raw material was determined using the Somatos-B device (viscometer). The device was used according to the instructions for use available for it, with calibration performed before each measurement. The essence of the measurement was to mix the specified volumetric quantities of milk and an aqueous solution of the drug "Mastoprim" and then determine the relative viscosity of the mixed samples by the time it took for their equal parts by volume to flow through the capillary. The obtained measurement results were compared with the requirements of the current DSTU 3662:2018 Raw cow's milk. Technical conditions.

The obtained measurement results were processed statistically, determining the mean value (M) and deviation from the mean ($\pm m$), using Microsoft Excel software for processing.

The results of measurements of the content of somatic cells in raw cow's milk are presented in Table 1.

Table 1

Monitoring of somatic cell content in raw cow's milk, $M \pm m$, $n = 12$

№ in order	Season	Months	Number of somatic cells, thousand/cm ³	
			agri-food markets	spontaneous markets
1	Summer	June	420,0±3,5	420,5±3,0
		July	387,3±2,6	401,2±3,8
		August	395,5±3,1	407,3±2,5
2	Autumn	September	398,0±3,3	415,3±3,5
		October	425,5±3,2	525,8±4,3
		November	429,8±3,8	541,3±4,5
3	Winter	December	405,5±3,5	487,3±4,4
		Juniary	384,5±2,5	450,5±3,8
		February	387,4±3,3	475,2±4,1
4	Spring	March	393,3±3,1	508,5±4,1
		April	408,5±3,9	620,4±5,1
		May	404,5±3,1	604,3±5,1
Total			403,3±3,2	488,1±3,9

Thus, Table 1 shows that during the research period, samples of raw cow's milk, taken from the dairy buildings of the agro-food markets of Odesa, permanently had lower levels of somatic cell content. The average content of somatic cells in raw milk during the year was 403.3 $\pm$ 3.2 thousand/cm³, which is 21 % higher than the average annual content of somatic cells in raw milk from cows sold on spontaneous

markets. At the same time, certain dynamics were observed in the content of somatic cells in milk throughout the year, depending on the season.

The highest content of somatic cells in raw milk from agro-food markets was found in June, October, and November, respectively - 420.0 ± 3.5 ; 425.5 ± 3.2 and 429.8 ± 3.8 thousand/cm³. All these values, according to the current DSTU 3662:2018, correspond to first-grade raw milk. However, we attribute this to the peculiarities of the physiological state of dairy animals, which is confirmed by the data available in the literature [15]. During the 6-month research period, in this type of sample, the somatic cell content in raw milk did not exceed 400 thousand/cm³, i.e. during July, August, September, January, February and March, the raw milk in terms of somatic cell content met the requirements of DSTU 3662:2018 of the highest grade.

Regarding the samples of raw cow's milk, which were collected at the natural markets of Odesa, during the research period the content of somatic cells in the samples was permanently higher compared to the samples of milk sold at agri-food markets. Thus, the average somatic cell count during June 2024-May 2025 was 488.1 ± 3.9 thousand/cm³. This indicator, according to the current DSTU 3662:2018, corresponds to first-grade raw materials. However, in October, November, March, April and May the content of somatic cells in milk was 525.8 ± 4.3 ; 541.3 ± 4.5 ; 508.5 ± 4.1 ; 620.4 ± 5.1 ; 604.3 ± 5.1 thousand/cm³, respectively. These indicators exceed the values allowed for first-grade raw materials, which are allowed for use according to the current standard. In addition, milk with an increased content of somatic cells may pose a threat to the health of consumers, since the main reason for the increase in their content is the presence of subclinical mastitis in animals [7, 9, 15].

The obtained research results prove that the use of raw milk from natural markets is dangerous, because such raw materials are not subject to veterinary and sanitary inspection and may be obtained from sick animals. In addition, its implementation is carried out without compliance with sanitary and hygienic requirements, which leads to contamination of raw milk with pathogenic microflora, which is the cause of outbreaks of foodborne infections and toxicoinfections. The seasonal dynamics of the content of somatic cells in raw cow's milk is clearly shown in Fig. 1.

From Fig. 1 it becomes clear that the content of somatic cells is subject to seasonal dynamics, characterized by a significant increase in the indicator in the autumn (October-November) and spring (April-May) periods.

In the summer, the indicators in samples from agri-food markets and natural markets differ slightly, however, a significant discrepancy in values was noted in the period from September to May, with the maximum content of somatic cells in raw milk samples from natural markets in April-May 2025 - 620.4 ± 5.1 and 604.3 ± 5.1 thousand/cm³, respectively, which indicates that the product does not meet the requirements of current standards and indicates that animals are affected by subclinical mastitis.

Conclusions and prospects for further research. Studies have shown that the content of somatic cells in raw cow milk is not constant throughout the year, which is due to the physiological processes that occur in the animal's body.

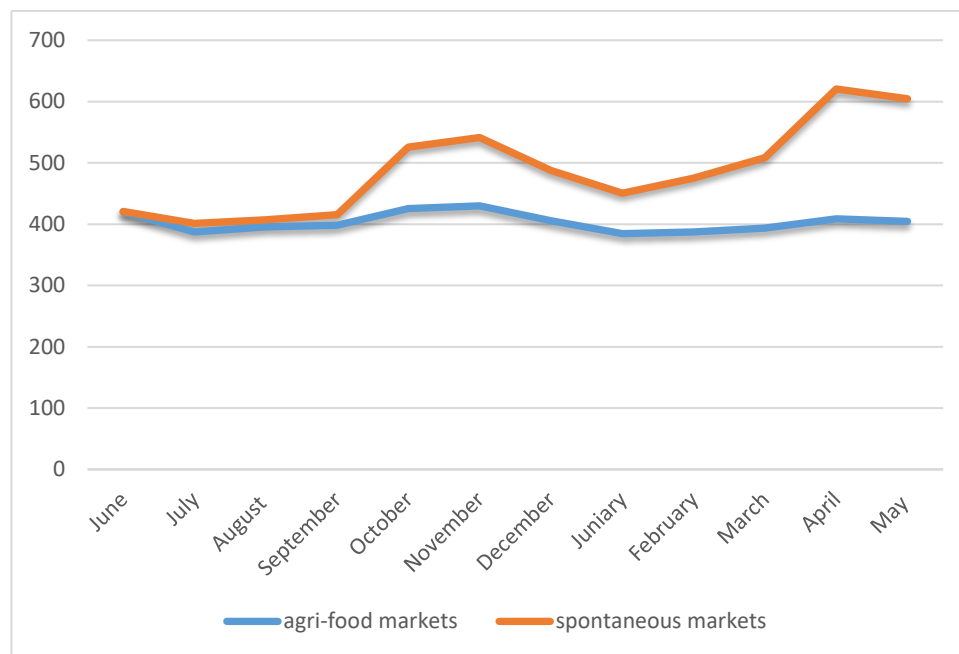


Figure 1 Comparison of somatic cell content indicators in raw cow's milk samples during 2024-2025 (figure of authores)

Raw cow's milk, which is sold on agri-food markets and undergoes veterinary and sanitary examination, is characterized by a lower content of somatic cells - 403.3 ± 3.2 thousand/cm³, because it is obtained from healthy animals, which is confirmed by veterinary documents. Such raw materials are safe for consumers.

Raw cow's milk, which is not sold in natural markets, in most cases does not meet the sanitary and hygienic requirements specified in the current DSTU 3662:2018. In particular, over the year, samples of such milk have a higher somatic cell content compared to samples taken at agri-food markets. In particular, the average annual content of somatic cells in such samples is 488.1 ± 3.9 thousand/cm³. Such raw materials in the fall (October-November) and spring (March-May) do not meet the requirements of the current standard for the content of somatic cells, and accordingly are unsafe for consumption by consumers, as they may be obtained from animals suffering from mastitis. In this regard, it is necessary to combat spontaneous markets at the state level, because the products sold in them can pose a threat to public health and cause outbreaks of foodborne infections and toxicosis.

Further research is planned to be devoted to studying the seasonal dynamics of the content of somatic cells in raw cow milk sold in the agri-food markets of the south of the Odesa region, which will make it possible to identify periods of the year when special attention should be paid during veterinary and sanitary examination to the detection of raw milk from cows suffering from subclinical mastitis.

Reference

1. Bazar O., Kukhtin M. D. Efficiency of pasteurization of raw milk with different microbial contamination. *Collection of abstracts of the VI International Scientific and Technical Conference "State and Prospects of Food Science and Industry"*. 2022. P. 33-33.
2. Bernyk I. M. Innovative approach to obtaining high-quality raw milk. *Machinery, energy, transport, agro-industrial complex*. 2019. № 3 (106). P. 46-55.
3. Budilovich I. Why you shouldn't buy market milk. *Livestock of Ukraine*. 2018. Iss. 2-3. P. 25-27.
4. Bukalova N. V., Prylipko T. M., Bogatko N. M., Lyasota V. P., Dzhmil V. I., Utechenko M. V., Bogatko L. M. Sanitary and hygienic control of the production of raw cow's milk and its microbiological analysis. *Tavria Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*. 2022. Iss. 3. P. 119-127.
5. Vinyukov A. O., Vinyukov, O. O. Factors influencing the incidence of mastitis in cows. *Animal breeding and genetics*. 2018. Iss. 56. P. 17-24.
6. Gavura V. M. Research of milk for mastitis in the private and public sectors at milk reception points. *Veterinary Medicine of Ukraine*. 2015. Iss. 3. P. 36.
7. Karavanskyi M., Rud V., Tarasenko L. The level of somatic cells in cow's milk as an important indicator of its safety. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral: Collection of Scientific Proceedings*. 2021. Iss. 101. P. 44-47.
8. Karpova D. V., Zazharska N. V. Improving measures to control the safety and quality of cow's milk. *Modern approaches to ensuring the safety and quality of livestock products: materials of the International Scientific and Practical Conference of NPP and Young Scientists (Odesa, December 6-7, 2022)*. P. 200-202.
9. Kasyanchuk V. V., Bergilevych O. M., Sklyar O. I., Marchenko A. M., Teryokhina, O. V. The relationship between the number of somatic cells and the disease of cows with subclinical mastitis of staphylococcal and coliform etiology. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series: Veterinary Medicine*. 2015. Iss. 1. P. 72-77.
10. Mazurkevych A. Y., Hryshchuk A. V., Hryshchuk I. A. Mastitis – a current problem of dairy herds. *Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*. 2017. Iss. 3. P. 82-84.
11. Murska S. D. Modern scientific approaches to ensuring milk quality and developing safe antibiotics-free means for treating cows with mastitis. *Scientific Bulletin of the S. Z. Gzhytsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. Series: Veterinary Sciences*. 2016. Iss. 18, № 1. P. 205-220.
12. Nadtochiy V. M. Monitoring milk quality and cow milking hygiene. *Modern approaches to ensuring the safety and quality of livestock products: materials of the International Scientific and Practical Conference of NPP and Young Scientists (Odesa, December 6-7, 2022)*. P. 116-119. URL: <https://surl.li/dzqlqio>
13. Novgorodska N. V., Blaschuk V. V. Problems of milk quality in Ukraine. *Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after Gzhytsky*. 2015. Iss. (17, № 1 (4)). P. 72-76.
14. Ordin Yu. M., Ivachenko B. P., Eroshenko O. V. Comparative evaluation of modern methods for diagnosing subclinical mastitis in cows. *Nauk. visnyk vet. medzyniec: zb-k nauk. prts. Bila Tserkva: BNAU*. 2024. Iss. 1. P. 21-27.

15. Paliy A. P., Paliy A. P., Mykhalchenko S. A. Establishment of qualitative indicators of milk of cows suffering from mastitis. *Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Husbandry of the NAAS*. 2022. Iss. 127. P. 130-138.
16. Panevnyk V. Cellular composition of milk of healthy and mastitis-stricken cows. *Agrarian science and education of Podillia*. 2017. P. 343-345.
17. Piven O. T., Barchenko O. S. Monitoring the quality of cow's milk sold at the agro-industrial market of the city of Haisyn, Vinnytsia region. *Current aspects of the development of science and education: collection of materials of the III International Scientific and Practical Conference (Odesa, November 9-10, 2023)*. Odesa, OSAU. 2023. P. 106-108.
18. Suprovych T., Suprovych M., Panevnyk V. Somatic cells of milk and allelic polymorphism of the BoLA-DRB3 gene in cows with mastitis. *Abstracts of the reports of the IV International Scientific and Technical Conference "State and Prospects of Food Science and Industry"*. 2017. P. 40-41.
19. Tyshkivska N. V. Morphological composition of cow's milk with subclinical mastitis. *Scientific Bulletin of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine. Series: Veterinary Medicine, Quality and Safety of Livestock Products*. 2015. Iss. 221. P. 135-138.
20. Sharakhmatova T., Dyudina I., Izbrash E. The HACCP system in solving the problems of milk production as raw material. *Food Industry of the Agricultural Complex*. 2017. Iss. 5. P. 34-37.
21. Alhussien M. N., Dang A. K. Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: An overview. *Veterinary world*. 2018. 11(5). P. 562.
22. Deshapriya R. M. C., Rahularaj R., Ransinghe R. M. S. B. K. Mastitis, somatic cell count and milk quality: An overview. *Sri Lanka Veterinary Journal*. 2019. Vol. 66(1). P. 1-12.
23. Ivanov G. Y., Bilgucu Ertugrul., Balabanova T. B., Ivanova I. V., Uzatici Ahmet. Effect of animal breed, season and milk production scale on somatic cell count and composition of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2017. Vol. 23(6). P. 1047-1052.
24. Kaskous S. Physiological Aspects of milk somatic cell count in dairy cattle. *Int. J. Livest. Res.* 2021. Vol. 11. P. 1-12.
25. Sahin A., Yildirim A., Ulutas Z. Effect of various environmental factors and management practices on somatic cell count in the raw milk of Anatolian Buffaloes. *Pakistan J. Zool.*, Vol. 48(2), 2016. P. 325-332.
26. Talukder M., Ahmed H. M. Effect of somatic cell count on dairy products: a review. *Asian Journal of Medical and Biological Research*. 2017. Vol. 3(1). P. 1-9.

Ольга Півень,

кандидат ветеринарних наук, доцент, доцент кафедри інфекційної патології, біобезпеки та ветеринарно-санітарного інспектування імені професора В. Я. Атамася
Одеський державний аграрний університет, Одеса, Україна
ORCID ID 0000-0001-8168-1677
e-mail: olhapiven@gmail.com

Альона Присяжнюк,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 6-го курсу, ОП
«Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза»

Одеський державний аграрний університет, Одеса, Україна

ORCID ID 0009-0005-8626-6057

e-mail: uvhtdvf79@gmail.com

СЕЗОННА ДИНАМІКА ВМІСТУ СОМАТИЧНИХ КЛІТИН У МОЛОЦІ КОРІВ З ПРИСАДИБНИХ ГОСПОДАРСТВ

Анотація

У статті представлено результати проведеного моніторингу сезонної динаміки вмісту соматичних клітин у молоці-сировині коров'ячому протягом 2024-2025 років. Протягом дослідного періоду було досліджено зразки молока-сировини коров'ячого, відібрані на агропродовольчих ринках м. Одеси, а також зразки молока-сировини коров'ячого, відібрані на стихійних ринках міста. Отримані результати досліджень показали, що більшу частину року зразки молока-сировини коров'ячого, які реалізуються на агропродовольчих ринках м. Одеси, за вмістом соматичних клітин, відповідають вимогам щодо сировини вищого гатунку, згідно чинного в Україні стандарту ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні вимоги», який регламентує безпечність та якість цього продукту тваринного походження. Зокрема, встановлено, що найбільшу кількість соматичних клітин у молоці-сировині коров'ячому з агропродовольчих ринків виявлено протягом червня, жовтня й листопада відповідно – $420,0 \pm 3,5$; $425,5 \pm 3,2$ і $429,8 \pm 3,8$ тис/см³. Усі ці значення, згідно чинного ДСТУ 3662:2018, відповідають молоку-сировині першого гатунку. У той же час, зразки молока-сировини коров'ячого зі стихійних ринків м. Одеси, у більшості випадків, можна віднести до першого гатунку та негатурнової сировини. Окрім того, у ході дослідження встановлено підвищення вмісту соматичних клітин у обох видах проб молока-сировини коров'ячого восени (період із жовтня по листопад) та у весняну пору (квітень-травень). Так, середній вміст соматичних клітин у молоці-сировині коров'ячому, що реалізується на стихійних ринках м. Одеси, перевищує середні річні показники у зразках, відібраних на агропродовольчих ринках, на 21 %. Підвищення вмісту соматичних клітин у молоці-сировині коров'ячому у більшості випадків пов'язано із наявністю у дійного поголів'я субклінічних маститів, які часто не мають виражених клінічних проявів, однак молоко від таких тварин є небезпечним для вживання людиною й тваринами, адже містить підвищену кількість мікроорганізмів. Представлені результати дослідження також довели доцільність боротьби із стихійними ринками, бо продукція, яка на них реалізується, не піддається ветеринарно-санітарному інспектуванню, та у більшості випадків становить загрозу для здоров'я споживачів, спричиняючи спалахи харчових інфекцій та токсикозів.

Ключові слова: дійне стадо, здоров'я стада, соматичні клітини, стихійні ринки, бактеріальне забруднення молока, субклінічний мастит.

Reference

1. Bazar, O., & Kukhtyn, M. (2022). Efficiency of pasteurization of raw milk with various microbial contamination. *Collection of abstracts of the VI International scientific and technical conference "State and prospects of food science and industry"*, 33-33.
2. Bernyk, I. M. (2019). Innovative approach to obtaining high-quality raw milk. *Machinery, energy, transport, agro-industrial complex*, (3(106)), 46-55.

3. Budilovich, I. (2018). Why you shouldn't buy market milk. *Livestock farming in Ukraine*, (2-3), 25-27.
4. Bukalova, N. V., Prylipko, T. M., Bogatko, N. M., Lyasota, V. P., Dzhmil, V. I., Utechenko, M. V., & Bogatko, L. M. (2022). Sanitary and hygienic control of the production of raw cow's milk and its microbiological analysis. *Tavria Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*, (3), 119-127.
5. Vinyukov, A. O., & Vinyukov, O. AT. (2018). Factors influencing the incidence of mastitis in cows. *Animal breeding and genetics*, (56), 17-24.
6. *reports of the IV International scientific and technical conference "State and prospects of food science and industry"*, 40-41.
7. Tyshkivska, N. V. (2015). Morphological composition of cow milk with subclinical mastitis. *Scientific Bulletin of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine. Series: Veterinary Medicine, Quality and Safety of Livestock Products*, (221), 135-138.
8. Sharakhmatova, T., Dyudina, I., & Izbrash, E. (2017). HACCP system in solving problems of raw milk production. *Food industry, agro-industrial complex*, (5), 34-37.
9. Alhussien, M. N., & Dang, A. K. (2018). Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: An overview. *Veterinary world*, 11(5), 562.
10. Deshapriya, R. M. C., Rahularaj, R., & Ransinghe, R. M. S. B. K. (2019). Mastitis, somatic cell count and milk quality: An overview. *Sri Lanka Veterinary Journal*, 66(1).
11. Ivanov, G. Y., Bilgucu, E. R. T. U. G. R. U. L., Balabanova, T. B., Ivanova, I. V., & Uzatici, A. H. M. E. T. (2017). Effect of animal breed, season and milk production scale on somatic cell count and composition of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23(6), 1047-1052.
12. Kaskous, S. (2012). Physiological Aspects of milk somatic cell count in dairy cattle. *Int. J. Livest. Res.*, (11), 1-12.
13. Sahin, A., Yildirim, A., & Ulutas, Z. (2016). Effect of various environmental factors and management practices on somatic cell count in the raw milk of Anatolian Buffaloes. *Pakistan J. Zool.*, (48(2)), 325-332.
14. Talukder, M., & Ahmed, H. M. (2017). Effect of somatic cell count on dairy products: a review. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 3(1), 1-9.

Стаття надійшла до редакції 30 травня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 12 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.10

УДК 636.7.09:636.087.7:579.89

Леся Бондаренко,

кандидат ветеринарних наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

м. Біла Церква, Україна

ORCID: 0000-0003-3751-9140

e-mail: lvbondarenko@ukr.net

Юрій Балацький,

кандидат ветеринарних наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

м. Біла Церква, Україна

ORCID: 0000-0002-3117-9467

e-mail: balatskiyy@ukr.net

Максим Федорченко,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

м. Біла Церква, Україна

ORCID: 0000-0002-5068-7037

e-mail: cezarfam@ukr.net

Василь Малина,

кандидат ветеринарних наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

м. Біла Церква, Україна

ORCID: 0000-0002-1319-9026

e-mail: vmalina-88@ukr.net

Віталій Гришко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

м. Біла Церква, Україна

ORCID: 0000-0002-0340-513x

e-mail: vetalgwa44@gmail.com

Лариса Бартків,

кандидат технічних наук

ДП «КИЇВОБЛСТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ»

м. Біла Церква, Україна

ORCID: 0009-0007-7045-6010

e-mail: office@centr.bcdst.kiev.ua

Тарас Гут,
кандидат технічних наук
ДП «КІЇВОБЛСТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ»
м. Біла Церква, Україна
ORCID: 0000-0002-5806-0060
e-mail: tarasgut@ukr.net

SPIRULINA PLATENSIS ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ІМУННОЇ ВІДПОВІДІ ТА СТІЙКОСТІ ДО ЗАХВОРЮВАНЬ У СЛУЖБОВИХ СОБАК

Анотація

У статті досліджено вплив Spirulina platensis на ключові аспекти імунної системи та рівень захворюваності службових собак, що зазнають хронічного стресу. Метою роботи була комплексна оцінка потенціалу цієї мікроводорості як природного імуномодулятора для оптимізації імунної відповіді та підвищення резистентності до захворювань у тварин, чия службова діяльність пов'язана з високими фізичними та психологічними навантаженнями. Дослідження проведено на 20 службових собаках породи німецька вівчарка (віком 3-5 років), які регулярно піддавалися стресовим впливам. Тварини були розподілені на дві групи: контрольну та дослідну. Протягом експерименту здійснювався моніторинг показників гуморального (IgA, IgM, IgG), клітинного (кількість Т-, В-, О-лімфоцитів, ФАН) імунітету та неспецифічної резистентності (лізоцимна активність сироватки крові). Окремо вівся облік частоти та тривалості гострих респіраторних захворювань і шлунково-кишкових порушень. Результати дослідження продемонстрували підвищення в дослідній групі IgA (на 34,4%), IgM (на 26,47%) та IgG (на 25,55%) порівняно з контрольною групою. Аналіз субпопуляцій лімфоцитів виявив достовірне збільшення абсолютної кількості Т-, В- та О-лімфоцитів (на 25%, 25% та 25,58% відповідно). ФАН була вищою у дослідній групі на 37,1%, а лізоцимна активність сироватки крові збільшилася на 44,0%. Клінічно це супроводжувалося зниженням частоти (на 66,7% для ГРЗ та на 80% для ШКП) та середньої тривалості (на 51,2% для ГРЗ та на 61,5% для ШКП) захворювань у дослідній групі. Отримані результати свідчать про виражений позитивний вплив Spirulina platensis на різні складові імунної системи службових собак, які зазнають хронічного стресу. Це обґрунтовує перспективність застосування Spirulina platensis як ефективної та безпечної функціональної кормової добавки для підтримки здоров'я та підвищення стійкості до захворювань у службових собак, що є важливим аспектом їхньої професійної діяльності.

Ключові слова: Spirulina platensis, службові собаки, імунна система, імуноглобуліни, лімфоцити, фагоцитарна активність, лізоцимна активність, захворюваність, стрес

Вступ. Службові собаки відіграють критично важливу роль у різноманітних сферах діяльності людини, включаючи правоохоронні органи, пошуково-рятувальні операції, охорону кордонів та допомогу людям з особливими потребами. Інтенсивний режим роботи, фізичні та психологічні навантаження, а також потенційний контакт з патогенними мікроорганізмами роблять їх особливо вразливими до зниження імунної функції та розвитку різноманітних захворювань [1, 2, 3]. Службові собаки часто зазнають тривалого впливу фізіологічного та психологічного стресу через участь у патрулюванні, пошуково-рятувальних операціях, транспортуванні, зміні середовища тощо.

Стрес чинить негативний вплив на функціонування імунної системи, що підвищує ризик інфекційних захворювань та знижує загальну працездатність тварин. У зв'язку з цим актуальним є пошук безпечних природних засобів для підвищення імунної реактивності організму [4, 5, 6, 7].

У пошуках ефективних та безпечних засобів підтримки здоров'я тварин все більшу увагу привертають природні біологічно активні речовини. Серед них особливе місце займає синьо-зелена мікроводорість *Spirulina platensis* (Nordstedt) Geitler, відома своїм багатим хімічним складом та широким спектром корисних властивостей. *Spirulina platensis* є цінним джерелом високоякісного білка, вітамінів (групи В, бета-каротину, вітаміну Е), мінералів (заліза, цинку, селену), поліненасичених жирних кислот (гама-ліноленової кислоти) та унікальних пігментів, таких як фікоціанін [8, 9]. Ці компоненти зумовлюють її антиоксидантні, протизапальні, гепатопротекторні та, що особливо важливо в контексті даної статті, імуномодулюючі властивості.

Попередні дослідження на різних видах тварин, включаючи домашніх улюбленців та сільськогосподарську худобу, продемонстрували позитивний вплив *Spirulina platensis* на показники імунної системи, підвищення стійкості до інфекцій та покращення загального стану здоров'я [10, 11]. Однак, наукові дані щодо застосування *Spirulina platensis* для підвищення імунної відповіді та стійкості до захворювань саме у службових собак залишаються обмеженими та потребують більш глибокого вивчення.

Мета: оцінити вплив *Spirulina platensis* на рівень імуноглобулінів, фагоцитарну активність та частоту захворювань у службових собак, що перебувають у стресогенних умовах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проведено на 20 службових собаках (німецькі вівчарки віком 3–5 років), які перебували у стресових умовах (часті перевезення, інтенсивні тренування, зміна клімату). Тварини були розподілені на дві групи: контрольна (n=10) — стандартний раціон; дослідна (n=10) — раціон із додаванням *Spirulina platensis* в дозі 100 мг/кг маси тіла щоденно протягом 30 днів. Умови утримання, годівлі та виконання службових навантажень у групах були однаковими.

Збір венозної крові здійснювали з яремної вени у ранкові години натще, в умовах мінімального стресу для тварин.

Кількісну оцінку субпопуляцій лімфоцитів (Т-, В-, О-) у периферичній крові проводили за допомогою розеткоутворювального методу (метод Е. Розенберга в модифікації В. П. Скулачова). Т-лімфоцити визначали за кількістю розеток з еритроцитами барана (Е-розетки). Клітини, які формують стабільні комплекси з еритроцитами, вважалися Т-лімфоцитами. В-лімфоцити виявляли за допомогою розеткоутворення з еритроцитами, обробленими антисироваткою до імуноглобулінів G (ЕАС-розетки). О-лімфоцити (загальна кількість лімфоцитів) визначали методом прямого підрахунку у фарбованих мазках. Після інкубації підраховували кількість лімфоцитів, які утворили розетки, і визначали їхній відсоток від загальної кількості лімфоцитів.

Оцінювали рівні імуноглобулінів класів А, М, G у сироватці крові (методом імуноферментного аналізу), фагоцитарну активність нейтрофілів (ФАН, за поглинанням латексних частинок), лізоцимну активність сироватки крові визначали турбідиметричним методом за М.Ю. Малютіним у модифікації Р.В. Алексєєва.

Також вели облік захворювань (ГРЗ, шлунково-кишкові порушення) протягом дослідження.

Визначення та контроль імунологічних показників у крові службових собак є критично важливим для забезпечення їхнього здоров'я, працездатності та ефективного виконання службових обов'язків. Службові собаки, особливо німецькі вівчарки, часто піддаються значним фізичним та психологічним навантаженням, контактують з різноманітними середовищами та потенційними джерелами інфекцій.

Регулярний моніторинг рівнів імуноглобулінів (IgA, IgM, IgG) методом імуноферментного аналізу (ІФА) дозволяє оцінити стан гуморальної ланки імунітету, яка відіграє ключову роль у захисті від позаклітинних патогенів. Зниження або підвищення рівнів певних імуноглобулінів може свідчити про наявність інфекційного процесу, імунодефіциту або алергічних реакцій, що потребує своєчасного втручання.

Таблиця 1

**Рівні імуноглобулінів (IgA, IgM, IgG) у сироватці крові службових собак
(нмоль/л)**

Група	IgA (нмоль/л)	IgM (нмоль/л)	IgG (нмоль/л)
Контрольна	1,25 ± 0,09	1,70 ± 0,12	10,45 ± 0,60
Дослідна	1,68 ± 0,11*	2,15 ± 0,15*	13,12 ± 0,75*

*Примітка: $p < 0,05$ — достовірна різниця порівняно з контрольною групою

Представлені дані демонструють статистично значуще підвищення рівнів основних класів імуноглобулінів (IgA, IgM, IgG) у сироватці крові дослідної групи службових собак порівняно з контрольною. Так у дослідній групі відмічено статистично достовірне підвищення рівня IgG на 25,55 %, IgA — на 34,4 %, IgM — на 26,47 % порівняно з контролем ($p < 0,05$).

Підвищення IgA у дослідній групі свідчить про посилення місцевого імунітету. IgA відіграє ключову роль у захисті слизових оболонок, які є важливим бар'єром проти патогенів. Збільшення його концентрації може вказувати на стимуляцію імунної системи слизових оболонок, що потенційно підвищує резистентність до інфекцій, які проникають через ці бар'єри (респіраторні або шлунково-кишкові).

Статистично значуще зростання рівня IgM, імуноглобуліну первинної імунної відповіді, в дослідній групі вказує на активацію ранньої фази гуморального імунітету. Підвищені концентрації IgM можуть забезпечувати

більш швидко та ефективну елімінацію нових антигенів, з якими може стикатися організм службових собак під час виконання своїх обов'язків.

Найбільш виражене статистично значуще зростання спостерігається у рівні IgG, основного імуноглобуліну вторинної імунної відповіді та довготривалого імунітету. Підвищення IgG свідчить про формування більш міцної та специфічної гуморальної відповіді. Це може бути результатом кращого розпізнавання антигенів та ефективнішої активації В-лімфоцитів, що призводить до посиленого вироблення антитіл, які забезпечують тривалий захист.

Таким чином, отримані дані чітко демонструють, що застосування *Spirulina platensis* має виражений стимулюючий вплив на гуморальну ланку імунної системи службових собак, проявляючись у достовірному збільшенні сироваткових рівнів IgA, IgM та IgG. Це може мати позитивне значення для підвищення загальної імунної компетентності та стійкості службових собак до різноманітних захворювань.

Визначення та контроль кількісного вмісту Т-, В- та NK-лімфоцитів у периферичній крові дозволяє отримати більш глибоке розуміння стану клітинної та вродженої ланок імунної системи службових собак. Зміни у співвідношенні цих субпопуляцій можуть бути маркерами імуномодулюючого впливу досліджуваного фактора або свідчити про розвиток певних патологічних процесів. Комплексний аналіз ЛАСК та субпопуляцій лімфоцитів у поєднанні з оцінкою рівнів імуноглобулінів надає повнішу картину імунного статусу тварин.

Таблиця 2

**Кількість Т-, В-, О-лімфоцитів у периферичній крові службових собак
($\times 10^6/\text{л}$)**

Група	Т-лімфоцити ($\times 10^6/\text{л}$)	В-лімфоцити ($\times 10^6/\text{л}$)	О-лімфоцити ($\times 10^6/\text{л}$)
Контрольна	$1,32 \pm 0,08$	$0,84 \pm 0,05$	$2,15 \pm 0,12$
Дослідна	$1,65 \pm 0,10^*$	$1,05 \pm 0,07^*$	$2,70 \pm 0,15^*$

*Примітка: $p < 0,05$ — достовірна різниця порівняно з контрольною групою

У дослідній групі спостерігається статистично значуще вища абсолютна кількість Т-лімфоцитів ($1,65 \pm 0,10 \times 10^6/\text{л}$) порівняно з контрольною групою ($1,32 \pm 0,08 \times 10^6/\text{л}$). Т-лімфоцити є ключовими клітинами клітинного імунітету, що відповідають за розпізнавання та знищення інфікованих клітин, а також за регуляцію імунних реакцій. Збільшення їхньої кількості може свідчити про стимуляцію клітинної ланки імунітету, що потенційно підвищує здатність організму до боротьби з внутрішньоклітинними патогенами та пухлинними клітинами. Відсоткове зростання кількості Т-лімфоцитів у дослідній групі становить 25%.

Абсолютна кількість В-лімфоцитів також статистично значущо вища у дослідній групі ($1,05 \pm 0,07 \times 10^6/\text{л}$) порівняно з контрольною групою ($0,84 \pm$

$0,05 \times 10^6/\text{л}$). В-лімфоцити є основними клітинами гуморального імунітету, що відповідають за вироблення антитіл (імуноглобулінів). Збільшення їхньої кількості корелює з потенційно посиленою здатністю до синтезу антитіл у відповідь на антигени. Відсоткове зростання кількості В-лімфоцитів у дослідній групі становить 25%.

Кількість О-лімфоцитів, які переважно представлені природними кілерами (NK-клітинами), також статистично значущо зросла в дослідній групі ($2,70 \pm 0,15 \times 10^6/\text{л}$) порівняно з контрольною групою ($2,15 \pm 0,12 \times 10^6/\text{л}$). NK-клітини відіграють важливу роль у вродженому імунітеті, забезпечуючи швидку цитотоксичну реакцію проти вірусінфікованих та пухлинних клітин. Їхнє збільшення може сприяти посиленню ранньої імунної відповіді та контролю над потенційними загрозами. Відсоткове зростання кількості О-лімфоцитів у дослідній групі становить 25,58%.

Отримані результати чітко демонструють, що застосуванням *Spirulina platensis* спричинило статистично достовірне збільшення абсолютної кількості усіх основних субпопуляцій лімфоцитів у периферичній крові службових собак: Т-, В- та О-лімфоцитів (NK-клітин). Це свідчить про загальну стимуляцію як клітинної, так і гуморальної ланок імунної системи, а також посилення вродженого імунітету. Збільшення кількості цих ключових імунних клітин може сприяти підвищенню здатності організму службових собак ефективно реагувати на різноманітні імунологічні виклики та покращенню їхньої стійкості до захворювань. Поряд з раніше виявленим підвищенням рівнів імуноглобулінів, ці дані підкреслюють потенційний позитивний вплив досліджуваного фактора на імунну систему службових собак.

Окрім гуморального імунітету, важливу роль у захисті організму службових собак відіграє клітинний імунітет, зокрема фагоцитарна активність нейтрофілів (ФАН). Нейтрофіли є першою лінією захисту від бактеріальних та грибкових інфекцій, а оцінка їхньої здатності до поглинання та знищення патогенів дає уявлення про функціональний стан клітинного імунітету. Лізоцимна активність сироватки крові (ЛА) є важливим показником неспецифічного імунітету, що відображає здатність сироватки крові руйнувати бактеріальні клітини завдяки дії ферменту лізоциму. Лізоцим атакує пептидоглікани, основний компонент клітинної стінки багатьох бактерій, що призводить до їх лізису. Визначення ЛА у службових собак може надати цінну інформацію про стан їхньої природної резистентності до інфекцій. Зміни в ЛА можуть бути раннім маркером імунних дисфункцій та допомагати у своєчасному виявленні потенційних проблем зі здоров'ям тварин.

Таблиця 3

Фагоцитарна активність нейтрофілів (ФАН, %) та лізоцимна активність сироватки крові (од/мл) службових собак

Група	ФАН (%)	ЛА (од/мл)
Контрольна	42,6 ± 2,3	18,4 ± 1,1
Дослідна	58,4 ± 2,9*	26,7 ± 1,4*

*Примітка: $p < 0,05$ — достовірна різниця порівняно з контрольною групою

У дослідній групі спостерігається статистично значуще вищий рівень ФАН ($58,4 \pm 2,9$ %) порівняно з контрольною групою ($42,6 \pm 2,3$ %). Фагоцитарна активність нейтрофілів є ключовим механізмом клітинного неспецифічного імунітету, що відображає здатність цих клітин поглинати та знищувати патогенні мікроорганізми та інші чужорідні частинки. Збільшення ФАН у дослідній групі свідчить про посилення функціональної активності нейтрофілів, що може призвести до ефективнішого очищення організму від потенційних збудників інфекцій. Відсоткове зростання ФАН у дослідній групі становить 37,1%.

Лізоцимна активність сироватки крові також статистично значущо вища у дослідній групі ($26,7 \pm 1,4$ од/мл) порівняно з контрольною групою ($18,4 \pm 1,1$ од/мл). Лізоцим є ферментом неспецифічного імунітету, що руйнує клітинні стінки бактерій. Підвищення ЛА в дослідній групі вказує на посилення гуморального компонента неспецифічного імунітету, що може сприяти кращому контролю над бактеріальною флорою та запобіганню розвитку бактеріальних інфекцій. Відсоткове зростання ЛА у дослідній групі становить 44,0%.

Отримані результати демонструють, що застосування *Spirulina platensis* сприяло статистично достовірному підвищенню як фагоцитарної активності нейтрофілів, так і лізоцимної активності сироватки крові у службових собак. Це свідчить про стимуляцію обох важливих компонентів неспецифічного імунітету – клітинного та гуморального. Посилення ФАН забезпечує краще поглинання та знищення патогенів, а підвищення ЛА сприяє руйнуванню бактеріальних клітин. Сукупність цих змін вказує на потенційне підвищення загальної резистентності організму службових собак до інфекційних агентів під впливом *Spirulina platensis*.

Ведення обліку захворювань, таких як гострі респіраторні захворювання (ГРЗ) та шлунково-кишкові порушення, у поєднанні з моніторингом імунологічних показників, надає комплексну картину стану здоров'я службових собак. Зіставлення частоти та тяжкості захворювань зі змінами рівнів імуноглобулінів, ФАН, ЛАСК та кількості Т-, В-, О-лімфоцитів у периферичній крові дозволяє оцінити ефективність імунної відповіді тварин на вплив різних факторів, включаючи умови утримання, харчування та рівень стресу. Такий комплексний підхід є науково обґрунтованим для своєчасного

виявлення проблем зі здоров'ям, оптимізації ветеринарного догляду та підтримки високої працездатності службових собак протягом їхньої кар'єри.

Таблиця 4

Частота та тривалість захворювань за 30 днів

Група	Кількість випадків ГРЗ	Тривалість ГРЗ (дні)	Кількість випадків ШКП	Тривалість ШКП (дні)
Контрольна	6	$4,3 \pm 0,5$	5	$3,9 \pm 0,4$
Дослідна	2*	$2,1 \pm 0,3^*$	1*	$1,5 \pm 0,2^*$

*Примітка: $p < 0,05$ — достовірна різниця порівняно з контрольною групою

У контрольній групі зафіксовано 6 випадків ГРЗ, середня тривалість яких становила $4,3 \pm 0,5$ дні. Натомість, у дослідній групі кількість випадків ГРЗ була статистично значущо нижчою – лише 2 випадки. Середня тривалість ГРЗ у дослідній групі також була статистично значущо меншою і становила $2,1 \pm 0,3$ дні. Зниження як частоти, так і тривалості ГРЗ у дослідній групі свідчить про підвищену резистентність до респіраторних інфекцій. Кількісно, частота ГРЗ у дослідній групі зменшилася на 66,7%, а тривалість – на 51,2%.

Аналогічна тенденція спостерігається і щодо шлунково-кишкових порушень. У контрольній групі зареєстровано 5 випадків ШКП із середньою тривалістю $3,9 \pm 0,4$ дні. У дослідній групі кількість випадків ШКП була статистично значущо нижчою – лише 1 випадок. Середня тривалість ШКП у дослідній групі також була статистично значущо меншою і становила $1,5 \pm 0,2$ дні. Це вказує на те, що досліджуваний фактор також сприяв зниженню сприйнятливості до шлунково-кишкових розладів та скороченню їхньої тривалості. Частота ШКП у дослідній групі зменшилася на 80%, а тривалість – на 61,5%.

Ці дані підтверджують гіпотезу про те, що *Spirulina platensis* позитивно впливає на стійкість організму службових собак до поширених захворювань, ймовірно, через посилення імунної відповіді, що було показано в попередніх аналізах імунологічних показників. Значне зниження захворюваності та скорочення тривалості хвороб у дослідній групі має пряме позитивне значення для підтримки здоров'я та працездатності службових собак.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Додавання *Spirulina platensis* до раціону службових собак призводить до статистично значущого покращення низки ключових імунологічних показників, включаючи підвищення рівнів сироваткових імуноглобулінів (IgA, IgM, IgG), збільшення абсолютної кількості Т-, В- та О-лімфоцитів у периферичній крові, а також зростання фагоцитарної та лізоцимної активності нейтрофілів. Ці позитивні зміни в імунній системі корелюють зі значним зниженням частоти та тривалості захворювань (ГРЗ та шлунково-кишкових порушень) у дослідній групі порівняно з контрольною. Таким чином, отримані дані свідчать про те, що *Spirulina platensis* є ефективним засобом для підвищення імунної відповіді та стійкості до захворювань у службових собак.

Список використаної літератури

1. Богданюк О. Д. Формування готовності до професійної діяльності у майбутніх офіцерів-кінологів Державної прикордонної служби України: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Держ. прикордон. служба України, НАДПСУ. Хмельницький, 2007. 201 с.
2. Огляд результатів підготовки кінологів і службових собак та їх використання в охороні державного кордону у 2019 році : Адмін. Держ. прикордон. служби України. Київ, 2019. 28 с.
3. Гайдук С. В., Серховець С. В. Досвід підготовки кінологічних команд під час здійснення митного та прикордонного контролю у Сполучених Штатах Америки. Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія : педагогічні науки. 2017. № 2(9). С. 95–104.
4. Кінологія: утримання та годівля собак : навчальний посібник / В.А. Бурлака та ін. ; Під ред. В.А. Бурлаки. Житомир : Видавництво «Волинь», 2004. 412 с.
5. Євстафієва Ю.М., Бучковська В.І. Теоретичні аспекти організації годівлі службових собак Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2020. Вип. 116. Частина 1. С. 148–153. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.20>.
URL: http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/116_2020/part_1/22.pdf.
6. Левченко В.І., Фасоля В.П., Головаха В.І., Дикий О.А. Диспансеризація службових собак : Методичні рекомендації. Біла Церква, 2008. 81 с.
7. Виноград О. В., Афанасьєв А. О., Дикий О. А. Основи дресирування службових собак : навч. посіб. Хмельницький : НАДПСУ, 2007. 355 с.
8. Титарьова О. М., Чернявський О. О., Кузьменко О. А., Близнюк М. А. Вплив *Spirulina Platensis* у складі комбікорму на вміст важких металів у кролятині. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва = Animal Husbandry Products Production and Processing: збірник наукових праць. Біла Церква: БНАУ, 2022. № 1(175). С. 13 –19. doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-13-19
9. Хоменко А.Д., Мерзлов С.В. Використання кормової добавки *Spirulina platensis* за вирощування перепелів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького. 2015. Т. 17. № 1(3). С. 238–242.
10. Sugiharto S., Yudiarti T., Isroli I., Widiastuti E. Effect of feeding duration of *Spirulina platensis* on growth performance, haematological parameters, intestinal microbial population and carcass traits of broiler chicks. South African Journal of Animal Science. 2018. Vol. 48. Issue 1. P. 98–107. DOI:10.4314/sajas. v48i1.12
11. Zahroojian N., Moravej H., Shivazad M. Effects of Dietary Marine Algae (*Spirulina platensis*) on Egg Quality and Production Performance of Laying Hens. Journal of Agricultural Science and Technology. 2013. Vol. 15. Issue 7. P. 1353–1360. URL:<https://jast.modares.ac.ir/article-23-11401-en.pdf>

Lesia Bondarenko,

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

Bila Tserkva National Agrarian University

Bila Tserkva, Ukraine

ORCID: 0000-0003-3751-9140

e-mail: lvbondarenko@ukr.net

Yuriy Balatsky,

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

Bila Tserkva National Agrarian University

Bila Tserkva, Ukraine

ORCID: 0000-0002-3117-9467

e-mail: balatskiyy@ukr.net

Maksim Fedorchenko,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Bila Tserkva National Agrarian University

Bila Tserkva, Ukraine

ORCID: 0000-0002-5068-7037

e-mail: cezarfam@ukr.net

Vasyl Malyna,

Candidate of Veterinary

Bila Tserkva National Agrarian University

Bila Tserkva, Ukraine

ORCID: 0000-0002-1319-9026

e-mail: vmalina-88@ukr.net

Vitaly Gryshko,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Bila Tserkva National Agrarian University

Bila Tserkva, Ukraine

ORCID: 0000-0002-0340-513x

e-mail: vetalgwa44@gmail.com

Larysa Bartkiv,

Candidate of Technical Sciences

SE «KYIVOBLS STANDARTMETROLOGY»

Bila Tserkva, Ukraine

ORCID: 0009-0007-7045-6010

e-mail: office@centr.bcdst.kiev.ua

Taras Gut,

Candidate of Technical Sciences

SE «KYIVOBLS STANDARTMETROLOGY»

Bila Tserkva, Ukraine

ORCID: 0000-0002-5806-0060

e-mail: tarasgut@ukr.net

SPIRULINA PLATENSIS AS A MEANS OF INCREASING IMMUNE RESPONSE AND RESISTANCE TO DISEASES IN SERVICE DOGS

Abstract

The article investigates the effect of Spirulina platensis on key aspects of the immune system and the level of morbidity in service dogs undergoing chronic stress. The aim of the work was a comprehensive assessment of the potential of this microalgae as a natural immunomodulator for optimizing the immune response and increasing resistance to diseases in animals whose work is associated with high physical and psychological stress. The study was conducted on 20 service dogs of the German Shepherd breed (aged 3-5 years), which were regularly exposed to stressful influences. The animals were divided into two groups: control and experimental. During the experiment, the indicators of humoral (IgA, IgM, IgG), cellular (number of T-, B-, O-lymphocytes, FAN) immunity and nonspecific resistance (lysozyme activity of blood serum) were monitored. The frequency and duration of acute respiratory diseases and gastrointestinal disorders were recorded separately. The results of the study demonstrated an increase in the experimental group of IgA (by 34.4%), IgM (by 26.47%) and IgG (by 25.55%) compared to the control group. Analysis of lymphocyte subpopulations revealed a significant increase in the absolute number of T-, B- and O-lymphocytes (by 25%, 25% and 25.58%, respectively). FAN was higher in the experimental group by 37.1%, and lysozyme activity of blood serum increased by 44.0%. Clinically, this was accompanied by a decrease in the frequency (by 66.7% for ARI and by 80% for SCI) and average duration (by 51.2% for ARI and by 61.5% for SCI) of diseases in the experimental group. The results obtained indicate a pronounced positive effect of Spirulina platensis on various components of the immune system of service dogs undergoing chronic stress. This justifies the prospect of using Spirulina platensis as an effective and safe functional feed additive to maintain health and increase resistance to diseases in service dogs, which is an important aspect of their professional activity.

Keywords: *Spirulina platensis, service dogs, immune system, immunoglobulins, lymphocytes, phagocytic activity, lysozyme activity, morbidity, stress*

Reference

1. Bohdaniuk O. D. Formuvannia hotovnosti do profesiinoi diialnosti u maibutnikh ofitseriv-kinolohiv Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy: dys. ... kand. ped. nauk : 13.00.04 / Derzh. prykordon. sluzhba Ukrainy, NADPSU. Khmelnytskyi, 2007. 201 p.
2. Ohliad rezultativ pidhotovky kinolohiv i sluzhbovykh sobak ta yikh vykorystannia v okhoroni derzhavnoho kordonu u 2019 rotsi : Admin. Derzh. prykordon. sluzhby Ukrainy. Kyiv, 2019. 28 sp
3. Haiduk S. V., Serkhovets S. V. Dosvid pidhotovky kinolohichnykh komand pid chas zdiisnennia mytnoho ta prykordonnoho kontroliu u Spoluchenykh Shtatakh Ameryky. Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoi akademii Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy. Seriiia : pedahohichni nauky. 2017. № 2(9). P. 95–104.
4. Kinolohiia: utrymannia ta hodivlia sobak : navchalnyi posibnyk / V.A. Burlaka ta in. ; Pid red. V.A. Burlaky. Zhytomyr : Vydavnytstvo «Volyn», 2004. 412 p.
5. Ievstafiieva Yu.M., Buchkovska V.I. Teoretychni aspekty orhanizatsii hodivli sluzhbovykh sobak. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriiia: Silskohospodarski nauky. 2020. Vyp. 116. Chastyna 1. P. 148–153. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.20>. URL: http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/116_2020/part_1/22.pdf.
6. Levchenko V.I., Fasolia V.P., Holovakha V.I., Dykyi O.A. Dyspanseryzatsiia sluzhbovykh sobak : Metodychni rekomendatsii. Bila Tserkva, 2008. 81 p.
7. Vynohrad O. V., Afanasiev A. O., Dykyi O. A. Osnovy dresyruvannia sluzhbovykh sobak : navch. posib. Khmelnytskyi : NADPSU, 2007. 355 p.
8. Tytarova O. M., Cherniavskyi O. O., Kuzmenko O. A., Blyzniuk M. A. Vplyv Spirulina Platensis u skladi kombikormu na vmist vazhkykh metaliv u kroliatyni. Tekhnolohiia vyrobnytstva

i pererobky produktsii tvarynnytstva = Animal Husbandry Products Production and Processing: zbirnyk naukovykh prats. Bila Tserkva: BNAU, 2022. № 1(175). P. 13 –19. doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-13-19.

9. Khomenko A.D., Merzlov S.V. Vykorystannia kormovoi dobavky *Spirulina platensis* za vyroshchuvannia perepeliv. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. Gzhytskoho. 2015. T. 17. № 1(3). P. 238–242.

10. Sugiharto S., Yudiarti T., Isroli I., Widiastuti E. Effect of feeding duration of *Spirulina platensis* on growth performance, haematological parameters, intestinal microbial population and carcass traits of broiler chicks. South African Journal of Animal Science. 2018. Vol. 48. Issue 1. P. 98–107. DOI:10.4314/sajas. v48i1.12

11. Zahroojian N., Moravej H., Shivazad M. Effects of Dietary Marine Algae (*Spirulina platensis*) on Egg Quality and Production Performance of Laying Hens. Journal of Agricultural Science and Technology. 2013. Vol. 15. Issue 7. P. 1353–1360. URL:<https://jast.modares.ac.ir/article-23-11401-en.pdf>

Стаття надійшла до редакції 18 червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 25 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.11

УДК 636.084.4:004.42

Валерій Борщенко,

к. с.-г. н., професор кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,
Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ORCID ID 0000-0002-0710-5628

email: borshenko_valery@ukr.net

Оксана Лавринюк,

к. с.-г. н., доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури, Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ORCID ID 0000-0003-3145-3689

email: Oksana_lavren@ukr.net

Юрій Обертюх,

к. с.-г. н., провідний науковий співробітник Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, м. Вінниця, Україна

ORCID ID 0000-0002-4821-1398

email: yurivolod@gmail.com

Діна Лісогурська,

к. с.-г. н., завідувач кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури, Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ORCID ID 0000-0002-2559-6520

email: lisogurskadina@gmail.com.

Андрій Бернацький,

аспірант кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури, Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ORCID 0009-0007-2626-8928

e-mail: bernatskyi1601@gmail.com

Ольга Лісогурська,

к. с.-г. н., доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури, Поліський національний університет

ORCID ID 0000-0002-3553-9351

email: lisogurskaya2016@gmail.com.

Світлана Фурман,

к. вет. н., доцентка кафедри нормальної і патологічної морфології, гігієни та експертизи, Поліській національний університет, м. Житомир, Україна

ORCID ID 0000-0002-1079-5797

email: svitlana.furman@ukr.net

КАЛЬКУЛЯТОР РАЦІОНІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН – ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ УДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ ГОДІВЛІ

Анотація

Збалансоване нутрієнтне забезпечення є критично важливим фактором для підтримки оптимального фізичного, продуктивного та психологічного стану сільськогосподарських тварин. Значну підтримку в оптимізації раціонів тварин надає інноваційна розробка – програмний застосунок «Калькулятор сільськогосподарських тварин», імплементований на базі Microsoft Excel науково-педагогічним колективом Поліського національного університету. Даний інструмент призначений для формування раціонів годівлі для широкого спектра видів, статеві-вікових та фізіологічних груп сільськогосподарських тварин, включаючи лактуючих та сухостійних корів, бугаїв-плідників, молодняк великої рогатої худоби на відгодівлі, овець та кіз, свиней (усі вікові та фізіологічні категорії), а також птиці (курей яєчного та м'ясного напрямків продуктивності, гусей, качок, індиків, цесарок, перепелів).

Структура застосунку в середовищі Microsoft Excel включає три дискретні робочі аркуші для кожної з вищезазначених груп тварин: «Корми», «Норми годівлі» та «Раціон», кожен з яких виконує ключову функцію в процесі розрахунку та корекції кормового забезпечення. Базовий аркуш «Корми» містить верифіковану базу даних щодо поживної цінності різноманітних кормів та кормових добавок, яка характеризується можливістю редагування користувачем на основі емпіричних даних або результатів лабораторних досліджень. Це забезпечує високий рівень адаптивності раціону до специфічних потреб окремих тварин, що сприяє значному підвищенню ефективності годівлі.

Відмінною особливістю розробленого калькулятора є інтеграція симплекс-методу для оптимізації раціонів, що дозволяє встановлювати кількісні обмеження та здійснювати прецизійне коригування складу раціону з метою досягнення оптимального балансу між основними поживними речовинами. Інтерфейс користувача забезпечує можливість оперативного коригування раціону в режимі реального часу, що сприяє швидкому та ефективному реагуванню на динамічні потреби тварин.

Зазначений програмний інструмент є цінним ресурсом не лише для фахівців ветеринарної медицини та нутриціології, але й для студентів профільних спеціальностей. Значущість розробки полягає у сприянні поглибленому розумінню фізіологічних потреб тварин у нутрієнтах та забезпеченні можливості досягнення високих стандартів у галузі годівлі. Застосування даного калькулятора сприяє підтримці належного рівня здоров'я та добробуту сільськогосподарських тварин, а також потенційно забезпечує підвищення їх продуктивності та тривалості життя.

Ключові слова: раціон, живлення, благополуччя, сільськогосподарські тварини.

Вступ. Оптимальний поживний баланс у раціоні є ключовим елементом системи утримання сільськогосподарських тварин, оскільки забезпечує прямий взаємозв'язок з їх фізіологічним станом, продуктивними якостями та загальним

фізичним благополуччям [6, 8]. Недостатність або надмірність окремих поживних речовин, зумовлена незбалансованою годівлею, здатна індукувати широкий спектр патологічних станів, таких як адипоз, гіперсенситивні реакції, порушення функціонування шлунково-кишкового тракту, серцево-судинні розлади та інші захворювання, що призводять до погіршення показників життєдіяльності тварин [3,9]. Таким чином, забезпечення збалансованого живлення є критично важливим для підтримки у тварин належного фізичного та емоційного стану та високої продуктивності [1, 2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У розвинених аграрних економіках послуга розрахунку раціонів для сільськогосподарських тварин є усталеною практикою в галузі тваринництва. Натомість, в Україні даний сегмент сервісного забезпечення характеризується недостатнім рівнем розвитку [11]. Подальша перспективність у зазначеному напрямі передбачає застосування верифікованих математичних інструментів, що забезпечують оперативне формування раціонів на основі актуальних нормативів годівлі та показників нутрієнтної цінності кормів, а також оцінку їх впливу на продуктивні якості та фізіологічний стан тварин [4, 7].

Мета. Враховуючи вищевикладене, метою даного дослідження постала розробка калькулятора раціонів для сільськогосподарських тварин як інноваційного інструменту, спрямованого на оптимізацію їхнього живлення.

Для оптимізації раціону застосовано симплекс-метод, що забезпечує досягнення максимальної ефективності годівлі за умови мінімізації витрат кормових ресурсів. Інтерфейс розробленого програмного застосунку характеризується інтуїтивно зрозумілою структурою, що полегшує введення користувачами необхідних даних та отримання результатів без зайвих операційних складнощів. З метою підвищення зручності використання, кожне поле введення супроводжується контекстними підказками, а ключові клітинки для введення значень візуально виділені кольором. Ергономічний дизайн інтерфейсу сприяє швидкому опануванню функціоналу навіть користувачами без спеціалізованих знань. Після завершення розробки основного функціоналу програмний продукт було піддано комплексному тестуванню на різноманітних сценаріях годівлі тварин, включаючи випадки екстремальних фізіологічних станів (зокрема, тварини з підвищеною або зниженою руховою активністю). У процесі багаторазових ітерацій тестування здійснювалися корекції як алгоритмів розрахунку, так і елементів інтерфейсу з метою досягнення максимальної точності обчислень та забезпечення високого рівня зручності користування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Застосування програмного забезпечення «Калькулятор раціонів сільськогосподарських тварин» є додатковою професійною компетенцією та розширює спектр можливостей користувачів у сфері оптимізації годівлі різних видів тварин, а також профілактики метаболічних дисфункцій. Це зумовлено можливістю оперувати широкою номенклатурою кормових засобів, здійснювати розрахунок, оцінку та корекцію раціонів. Особливої уваги заслуговує здатність застосунку

забезпечувати належну та науково обґрунтовану оцінку раціонів сільськогосподарських тварин, що, в свою чергу, надає користувачеві інструмент для більш ефективного, усвідомленого та цілеспрямованого впливу на їхню продуктивність та метаболічний гомеостаз.

Даний програмний застосунок розроблений на базі Microsoft Excel, і є інноваційним інструментом для оптимізації живлення широкого спектра сільськогосподарських тварин, включаючи різні статеві-вікові та фізіологічні групи великої рогатої худоби, овець, кіз, свиней та птиці; його застосування сприяє підвищенню ефективності годівлі, профілактиці метаболічних порушень та забезпечує науково обґрунтовану оцінку та корекцію раціонів, що дозволяє користувачам більш усвідомлено впливати на продуктивність та метаболізм.

У середовищі *Microsoft Excel* для кожної з перелічених вище категорій тварин розроблено три відокремлені вкладки, або робочі аркуші *Microsoft Excel*, а саме: «Корми», «Норми годівлі» та «Раціон», що наочно представлено на відповідному рисунку 1.



Рисунок 1. Вкладки програми у середовищі *Microsoft Excel* (рисунок авторів)

Вкладка «Корми» містить структуровану базу даних, що охоплює понад 300 найменувань різноманітних кормів та кормових добавок, які характеризуються за більш ніж 40 нутрієнтними показниками [5, 10]. Інформація щодо поживної цінності представлених кормових засобів була отримана з авторитетних вітчизняних та міжнародних наукових джерел.

Передбачена можливість коригування даних про поживну цінність окремих кормових засобів відповідно до індивідуальних потреб користувача, що може бути зумовлено наявністю власного емпіричного досвіду або фактичних результатів лабораторних досліджень кормів.

Візуальне представлення вкладки «Корми» наведено нижче (рисунок 2). Нормативи годівлі для всього переліку вищезазначених груп тварин інтегровані до складу програмного застосунку. Вони диференційовані за численними статеві-віковими категоріями та видами тварин.

Візуалізація вкладки «Норми годівлі» на прикладі великої рогатої худоби представлена нижче (рисунок 3).

Варто акцентувати, що норми годівлі тварин представлені у вигляді добової потреби окремої особини із заданими показниками продуктивності в певних поживних речовинах, що значно спрощує та оптимізує подальший процес розрахунку раціону. Після визначення нормативних показників годівлі для конкретної тварини, здійснюється перехід до етапу безпосереднього формування раціону. Вкладка, або робочий аркуш *Microsoft Excel*, що забезпечує дану функціональність, має наступний вигляд (рисунок 4).

	В	Е	Г	Н	І	Ж	К	Л	М	Н	О	Р	Q	R	S	T	U
	Корм	Суша речовина, г	Ціна, грн.	Кормові одиниці	ОЕ ВРХ, МДж	ЦЕЛ, МДж	ОЕ свиней, МДж	ОЕ вівця, МДж	Сирій протеїн, г	РП, г	НРП, г	БАР, г	Перетравний протеїн ВРХ, г	Перетравний протеїн свин., г	Перетравний протеїн вівця, г	Лізн, г	Метіонін + цистин, г
57	Люцерна	250		0,22	1,75	0,97	1,99	1,98	50	43,5	6,5	3,84	38	38	44,7	1,9	1,1
58	Люцерна (бутонізація)	231		0,18	2,13	1,24	2,34	2,27	50	43	7	3,11	39	39	42,7	2,2	1,2
59	Люцерна (ціпіння)	280		0,21	2,56	1,49	3,36	2,72	53	44,52	8,48	2,64	40	40	41,5	2,2	2
60	Люцернова отава	299		0,2	2,6	1,50	2,3	2,76	61	54,9	6,1	4,08	46	46	49,5	2	2
61	Лядвенець	327		0,26	3,06	1,80		3,26	61	53,07	7,93	3,05	43		43	2,4	1,8
62	Соя	260		0,21	2,5	1,47	2,33	2,65	45	39,15	5,85	1,82	35	36	37,8	2,4	1,3
63	Редька оліїна	142,6		0,13	1,67	1,03	1,92	1,71	30,9	27,81	3,09	1,43	26,5	29	26,5	0,7	1
64	Суріпиця	88,3		0,08	0,91	0,54	1,05	0,93	18,9	17,766	1,134	1,16	16	16	16	0,5	0,6
65	Ріпак	121		0,12	1,33	0,81		1,41	27	24,03	2,97	1,45	22		22	1,3	1,1
66	Шабдар (початок цвітіння)	107		0,1	1,09	0,65	1,2	1,11	19	16,53	2,47	0,71	13	14	13		
67	Капуста кормова	144		0,14	1,52	0,92		1,6	23	20,01	2,99	0,50	17		17	1,2	0,8
68	Кропива	240		0,17	2,03	1,14		2,15	96	83,52	12,48	9,72	48		48	5,7	5,2
69	Топіамбур	193		0,2	2,33	1,45		2,41	35	30,45	4,55	0,73	23		23	1,3	1,3
70	Трава конюшино-тимоф. пасовища	307		0,24	2,8	1,62		3	42	35,7	6,3	0,80	26		26,7	1,4	1,2
71	Трава культурного пасовища	335		0,2	3	1,74		3,2	40	34	6	0,18	25		26,7	1,8	1,9
72	Отава культурного пасовища	247		0,23	2,2	1,27		2,4	40	34	6	1,57	25		27,3	1,8	1,7
73	Віско-віссяна сумішка	200		0,18	1,58	0,89	2,1	1,84	34	28,6	5,4	1,81	24	24	21,3	2	1,3
74	Віско-життя сумішка	235		0,19	2,24	1,29		2,39	55	46,2	8,8	3,47	24	24	22	1,7	1,2
75	Віско-ячмінна сумішка	146		0,11	1,46	0,87		1,55	32	26,9	5,1	1,75	24	24	22,5	1,7	0,9
76	Горохо-віссяна сумішка	200		0,16	1,9	1,11	2	2,05	35	29,4	5,6	1,38	25	25	23,8	1,1	1,1
77	Злаково-бобова сумішка	217		0,21	2,24	1,33	2,02	2,38	35	29,4	5,6	0,79	23	23	21,1	1,9	0,9
78	Конюшино-злакова сумішка	219		0,18	2,02	1,18	2	2,15	39	32,8	6,2	1,71	25	25	22,7	1,4	0,9
79	Конюшино-тимофінна сумішка	200		0,16	1,84	1,06		2,05	30	25,2	4,8	0,82	18	18	16,2	1,3	1
80	Конюшино-тимофінна отава	205		0,15	1,8	1,04		1,92	38	31,9	6,1	1,95	23	23	21,8	1,5	1

Рисунок 2. Візуальне зображення вкладки «Корми» (рисунок авторів)

	В	С	Д	Е	Ж	К	Л	М	Н	О	Р	Q	R	S	T	U
	Показник	Жива маса, кг	Удій, кг	Приріст, г	Суша речовина, кг	Кормові одиниці	ОЕ, МДж	Сирій протеїн, г	РП, г	НРП, г	БАР, г	Перетравний протеїн, г	Лізн, г	Метіонін + цистин, г		
107	Дійні корови ЖМ 550 кг, удій 36 кг	550	36		24,35	25	269,5	4128	2411,5	1716,5	2787,5					
108	Дійні корови ЖМ 550 кг, удій 37 кг	550	37		24,7	25,85	275,6	4244,4	2466,3	1778,1	2866,3					
109	Дійні корови ЖМ 550 кг, удій 38 кг	550	38		25,05	26,3	281,8	4360,8	2521	1839,8	2945					
110	Дійні корови живою масою 600 кг															
111	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 12 кг	600	12		15,9	11,1	135	1738	1208	530	1130					
112	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 13 кг	600	13		16,3	11,6	140,5	1834	1257	577	1192,5					
113	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 14 кг	600	14		16,7	12,1	146	1930	1306	624	1255					
114	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 15 кг	600	15		17,1	12,6	151	2018,5	1351,5	667	1312,5					
115	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 16 кг	600	16		17,5	13,1	156	2107	1397	710	1370					
116	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 17 кг	600	17		17,85	13,6	161	2183,5	1441	742,5	1430					
117	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 18 кг	600	18		18,2	14,1	166	2260	1485	775	1490					
118	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 19 кг	600	19		18,55	14,6	171,5	2350	1535	815	1550					
119	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 20 кг	600	20		18,9	15,1	177	2440	1585	855	1610					
120	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 21 кг	600	21		19,3	15,7	183	2535	1637,5	897,5	1672,5					
121	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 22 кг	600	22		19,7	16,3	189	2630	1690	940	1735					
122	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 23 кг	600	23		20,1	16,85	194,5	2755	1740	1015	1817,5					
123	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 24 кг	600	24		20,5	17,4	200	2880	1790	1090	1900					
124	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 25 кг	600	25		20,9	18,05	206,5	2965	1847,5	1117,5	1972,5					
125	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 26 кг	600	26		21,3	18,7	213	3050	1905	1145	2045					
126	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 27 кг	600	27		21,7	19,3	219	3170	1960	1210	2125					
127	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 28 кг	600	28		22,1	19,9	225	3290	2015	1275	2205					
128	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 29 кг	600	29		22,5	20,55	231	3375	2067,5	1307,5	2262,5					
129	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 30 кг	600	30		22,9	21,2	237	3460	2120	1340	2320					
130	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 31 кг	600	31		23,3	21,85	243	3587,5	2174	1413,5	2405					
131	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 32 кг	600	32		23,7	22,5	249	3715	2228	1487	2490					
132	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 33 кг	600	33		24,05	23,15	255	3825,3	2281,8	1543,5	2563,8					
133	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 34 кг	600	34		24,4	23,8	261	3935,5	2335,5	1600	2637,5					
134	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 35 кг	600	35		24,75	24,45	267	4045,8	2389,3	1656,5	2711,3					
135	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 36 кг	600	36		25,1	25,1	273	4156	2443	1713	2785					
136	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 37 кг	600	37		25,43	25,75	278,8	4273,3	2494,8	1778,5	2863,8					
137	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 38 кг	600	38		25,75	26,4	284,5	4390,5	2546,5	1844	2942,5					
138	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 39 кг	600	39		26,08	27,05	290,3	4507,8	2598,3	1909,5	3021,3					
139	Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 40 кг	600	40		26,4	27,7	296	4625	2650	1975	3100					
140	Дійні корови живою масою 650 кг															
141	Дійні корови ЖМ 650 кг, удій 12 кг	650	12		18,95	11,35	139	1789	1244	545	1185					
142	Дійні корови ЖМ 650 кг, удій 13 кг	650	13		17,25	11,85	144,5	1877	1293	584	1221,3					
143	Дійні корови ЖМ 650 кг, удій 14 кг	650	14		17,65	12,35	150	1965	1342	623	1277,5					
144	Дійні корови ЖМ 650 кг, удій 15 кг	650	15		18,05	12,85	155,3	2034,3	1387,8	646,5	1331,3					

Рисунок 3. Візуалізація вкладки «Норми годівлі» (рисунок авторів)

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Пере
		Корм	Маса, кг	Маса, %	Суша речовина, г	Суша речовина, %	Вартість, грн.	Кормові одиниці	ЧЕЛ, МДж	Сирий протеїн, г	РП, г	НРП, г	БАР, г	Пере
1	1	Сіно злаково-бобове з однорічних трав	0,5	1,4	415	3,2		0,24	1,84	46	25	21	-0,7	
2	2	Сінаж люцерни	13	35,6	5850	44,4	4,29	5,33	30,98	950	761	190	30,6	
3	3	Силос кукурудзяний (30%СР)	23	63,0	6900	52,4	4,83	5,52	37,25	552	425	127	-37,8	
4	4													
5	5													
6	6													
7	7													
12	1	Зерно ячменю	2	21,9	1760	23,2	7,00	2,30	13,02	220	200	20	-6,1	
13	2	Зерно кукурудзи вологе консервоване	3	32,9	2100	27,7	9,87	3,30	19,89	254	153	102	-21,4	
14	3	Шрот соняшниковий	2,1	23,0	1890	24,9	10,50	2,14	12,94	735	588	147	56,8	
15	4	Макуха соєва	1,8	19,7	1620	21,4	17,28	2,43	14,50	752	489	263	41,5	
16	5	Сіль кухонна	0,15	1,6	135	1,8	0,22							
17	6	Бікарбонат натрію	0,08	0,9	72	1,0								
18	7													
27		Всього об'ємистих	36,5	100	13165	100	9,12	11,1	70,1	1548	1210	338	-7,9	
28		Всього концентрованих	9,13	100	7577	100	44,87	10,2	60,3	1962	1430	532	70,9	
29		Всього	45,63	80%	20742	63%	53,99	21,3	130,4	3510	2640	870	63,0	
30		Дієти корови ЖМ 600 кг, удій 30 кг	600	30	22900			21,2		3460	2120	1340		
34		Кормових одиниць (ЕКО)	21,3	21,2	0,1	0,3	1,03							
35		Обмінної енергії, МДж	217	237	-20	-8,6	10,44							
36		Чистої енергії лактації (ЧЕЛ), МДж	130	143	-13	-9,0	6,29							
37		Сирого протеїну, г	3510	3460	50	1,4	16,9%							
38		Розщеплюваного протеїну, г	2640	2120	520	24,5	12,7%							
39		Нерозщеплюваного протеїну, г	870	1340	-470	-35,1	4,2%							
40		Обмінного протеїну, г	1999	2119	-120	-5,6	9,6%							
41		Баланс азоту рубця, г	63				3,04							
42		Перетравного протеїну, г	2553	2320	233	10,0	12,3%							
43		Лізіну, г	152	160	-8	-4,9	0,7%							
44		Метіоніну, г	56	80	-24	-30,4	0,3%							
45		Триптофану, г	40	57	-17	-29,4	0,2%							
46		Сирого жиру, г	821	810	11	1,4	4,0%							
47		Сирої клітковини, г	4554	4500	54	1,2	22,0%							
48		НДК, г	9303	7200	2 103	29,2	44,9%							
49		НДК об'ємистих кормів, г	7569	6000	1 569	26,1	36,5%							
50		БЕР, г	10076				48,6%							
51		Крохмалю, г	3524	3660	-137	-3,7	17,0%							
52		Цукру, г	763	2440	-1 677	-68,7	3,7%							
53		Крохмалю + Цукру, г	4286	6100	-1 814	-29,7	20,7%							
54		Цукор / розщеплюваний протеїн	0,3	1,5	-1,2	-80,7								

Рисунок 4. Робочий аркуш *Microsoft Excel* (рисунок авторів)

На даній вкладці реалізується безпосередній процес формування раціону з використанням заданих алгоритмів. Користувачеві надається можливість: 1) встановлювати норми годівлі для тварин, враховуючи їхню живу масу, рівень продуктивності та фізіологічний статус; 2) здійснювати вибір та підбір необхідної кількості кормів, а також коригувати їх об'єм. Передбачено функціонал для внесення змін до кількісного та якісного складу кормових засобів відповідно до наявних ресурсів та можливостей.

На основі обраних норм годівлі та підібраних інгредієнтів відбувається автоматизований розрахунок раціону, результати якого відображаються на екрані. Оптимізація раціону здійснюється із застосуванням симплекс-методу, що передбачає встановлення відповідних обмежень (рисунок 5).

Для оптимізації раціону необхідно активувати надбудову «Пошук розв'язання» (меню «Файл» → «Параметри» → «Надбудови»). Після активації слід перейти до вкладки «ДАНІ» → група «Аналіз» → «Розв'язувач». Отриманий оптимізований раціон підлягає редагуванню з урахуванням фактично наявної кількості кормів та їх нутрієнтних характеристик.

Фінальним результатом обчислень є сформований раціон, представлений у програмному застосунку наступним чином (рисунок 6).

Рисунок 5. Оптимізація раціону (рисунок авторів)

У випадку, якщо отримані результати розрахунку не відповідають вимогам клієнта, здійснюється подальша корекція раціону шляхом маніпулювання вибраними кормовими засобами до досягнення задовільного результату. Важливо підкреслити, що розроблені раціони для тварин можуть бути збалансовані за 44 показниками поживної цінності.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Застосування програмного забезпечення «Калькулятор раціонів сільськогосподарських тварин» також сприяє більш обґрунтованому призначенню асортименту дієтичних кормів та добавок, наочно демонструючи їхню необхідність клієнтам. Таким чином, кваліфікована дієтологічна консультація з використанням даного інструменту здатна суттєво підвищити рівень довіри до наданих послуг та забезпечити готовність клієнтів до співпраці та виконання розроблених рекомендацій.

Окрім практичного застосування, «Калькулятор раціонів сільськогосподарських тварин» може бути ефективно інтегрований в освітній процес для навчання студентів та інших зацікавлених осіб шляхом проведення спеціалізованих майстер-класів з питань складання раціонів.

Подальші наукові розвідки передбачають розширення номенклатури бази даних кормів, інтеграцію додаткових функціональних можливостей для гнучкого коригування раціонів, а також імплементацію механізму автоматизованого оновлення інформації про кормові засоби через мережу Інтернет.

Дійні корови ЖМ 600 кг, удій 30 кг					
У раціоні міститься:		Норма	+до норми	% +до норми	на 1 кг СР
Сухої речовини, кг	20,7	22,9	-2,2	-9,4	45,5%
Кормових одиниць (ЕКО)	21,3	21,2	0,1	0,3	1,03
Обмінної енергії, МДж	217	237	-20	-8,6	10,44
Чистої енергії лактації (ЧЕЛ), МДж	130	143	-13	-9,0	6,29
Сирого протеїну, г	3510	3460	50	1,4	16,9%
Розщеплюваного протеїну, г	2640	2120	520	24,5	12,7%
Нерозщеплюваного протеїну, г	870	1340	-470	-35,1	4,2%
Обмінного протеїну, г	1999	2119	-120	-5,6	9,6%
Баланс азоту рубця, г	63				3,04
Перетравного протеїну, г	2553	2320	233	10,0	12,3%
Лізіну, г	152	160	-8	-4,9	0,7%
Метіоніну, г	56	80	-24	-30,4	0,3%
Триптофану, г	40	57	-17	-29,4	0,2%
Сирого жиру, г	821	810	11	1,4	4,0%
Сирої клітковини, г	4554	4500	54	1,2	22,0%
НДК, г	9303	7200	2 103	29,2	44,9%
НДК об'ємистих кормів, г	7569	6000	1 569	26,1	36,5%
БЕР, г	10076				48,6%
Крохмалю, г	3524	3660	-137	-3,7	17,0%
Цукру, г	763	2440	-1 677	-68,7	3,7%
Крохмалю + Цукру, г	4286	6100	-1 814	-29,7	20,7%
Цукор / розщеплюваний протеїн	0,3	1,5	-1,2	-80,7	
Кальцію, г	140	150	-10	-6,5	6,8
Фосфору, г	79	108	-29	-27,1	3,8
Кальцій / фосфор	1,8	2	-0,2	-10,9	0,1
Магнію, г	49	36	13,5	37,4	2,4
Калію, г	279	153	126,4	82,6	13,5
Калій / Кальцій + Магній	51,5				2,5
Натрію, г	100				4,8
Хлору, г	157				7,6
Сіль кухонна, г	150	150			7,2
Сірки, г	41	48	-7	-15,0	2,0
Азот / Сірка	14	11	2,8	25,1	0,7
Баланс катіонів-аніонів, mEq/кг	4528				218
Заліза, мг	6085	1695	4 390	259,0	293
Міді, мг	179	225	-46	-20,5	8,6
Цинку, мг	604	1445	-841	-58,2	29,1
Марганцю, мг	597	1445	-848	-58,7	28,8
Кобальту, мг	2,9	18,1	-15,2	-84,1	0,1
Йоду, мг	6,0	20,2	-14,2	-70,3	0,3
Каротину, мг	1031	1010	21	2,1	49,7
Вітаміну D, тис. МО	3,9	21,2	-17,3	-81,7	0,2
Вітаміну Е, мг	1827	845	982	116,2	88,1
Молока за обмінним протеїном, л	27,8				1,3
Молока за крохмалем і цукром, л	23,8				1,1
Концентратів на 1 л молока, кг/л	0,30				0,25
Вартість раціону, грн.	210				10,1

Рисунок 6. Сформований раціон (рисунок авторів)

Список використаної літератури

1. Elfeel Aiman Anvar Alsalikhin, Susol R., Kirovych N. Modern Aspects of Successful Milk Production in the South of Ukraine. *Наук.-техн. бюл./ НААНУ ІТ. Х.*, 2023. №. 130. С.50-64.
2. Van Soest, Peter J. Nutritional ecology of the ruminant. 1994 - 2nd ed. O & B Books Inc., Corvallis, 374 pp. Journal of Nutritional Ecology and Food Research. ISSN: 2326-4225 (Print): EISSN: 2326-4233 (Online)
3. Годівля сільськогосподарських тварин: навч. посіб. / [В.А. Бурлака, М.М. Кривий, В.В. Борщенко та ін.]: під заг. ред. В.А.Бурлаки. Житомир : Держ. агроєколог. ун-т, 2004. 460 с.
4. Еволюція молочної продуктивності корів у ПАФ «Єрчики» Житомирської області / Кобернюк В.В., Лавринюк О.О., Забродський Н.П., Сіхневич К.Й. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. № 141, Ч. 1, С. 240–247. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.28>
5. Природні мінерали в живленні тварин / О.О. Лавринюк, Т. В. Вербельчук, С. П. Вербельчук, В.В. Борщенко, І.М. Люта; за ред. О.О. Лавринюк : монографія. Житомир : Поліський національний університет, 2024. 240 с.
6. Програма годівлі корів за періодами виробничого циклу / І. Різничук, І. Ніколенко, О. Кишлалі, К. Мажилівська, А. Гарбар. *Аграрний вісник Причорномор'я*, 2023. Вип. 107. С. 99-103.
7. Сусол Р., Стульник І. Різні технології відгодівлі надремонтного молодняку худоби молочного напрямку продуктивності у умовах Півдня України. *Аграрний вісник Причорномор'я*, (113), 54-61. <https://abbsl.osau.edu.ua/index.php/visnuk/issue/view/30/29> DOI 10.37000/abbsl.2024.113.08.
8. Сучасні аспекти раціональної годівлі тварин у спеціалізованому господарстві / Лавринюк О.О., Піддубна Л.М., Кобернюк В.В., Сіхневич К.Й., Атаманчук Д.О. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. № 142, Ч. 2, С. 199–206. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.25>
9. Сучасні методи аналізу та корекції раціонів для корів високопродуктивних стад / Борщенко В. В., Кучер Д.М., Кочук-Ященко О.А., Мамченко В.Ю., Лавринюк О.О. *Наукові горизонти*. 2020. № 03 (88). С. 96-105.
10. Технологія кормів : навчальний посібник / Кривий М.М., Борщенко В.В., Степаненко В. М., Лавринюк О. О., Мамченко В. Ю. Житомир : Полісся, 2020. 216 с.
11. Ткачук В.І., Кільницька О.С., Яремова М.І. Лавринюк О. О. Екологізація аграрного виробництва в умовах сталого розвитку. *Аграрна Економіка* 2024 Т. 17 № 1: 17-26 <https://doi.org/10.31734/agrarecon2024.01.017>

Valerii Borshchenko,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Biological Resources, Animal Husbandry and Aquaculture Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-0710-5628

email: borshenko_valery@ukr.net

Oksana Lavryniuk,

Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, associate professor of the Department of Biological Resources, Animal Husbandry and Aquaculture Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID 0000-0003-3145-3689

email: Oksana_lavren@ukr.net

Yurii Obertukh,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher, the Laboratory of Feed Technology, Institute of Feed and Agriculture of Podillia NAAS, Institute of Feed and Agriculture of Podillia NAAS

ORCID ID 0000-0002-4821-1398

email: yurivolod@gmail.com

Dina Lisohurska,

Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, associate professor of the Department of Biological Resources, Animal Husbandry and Aquaculture Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-2559-6520

email: lisogurskadina@gmail.com

Andriy Bernatskyi,

postgraduate student of the Department of Biological Resources, Animal Husbandry and Aquaculture Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID 0009-0007-2626-8928

e-mail: bernatskyi1601@gmail.com

Olha Lisohurska,

Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, associate professor of the Department of Biological Resources, Animal Husbandry and Aquaculture Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-3553-9351

email: lisogurskaya2016@gmail.com

Svitlana Furman,

Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, associate professor of the Department of Veterinary Epidemiology Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-1079-5797

email: svitlana.furman@ukr.net

THE CALCULATOR FOR AGRICULTURAL ANIMAL RATIONS – AN EFFECTIVE TOOL FOR IMPROVING THEIR FEEDING

Abstract

Balanced nutrient provision is a critically important factor for maintaining the optimal physical, productive, and psychological state of farm animals. Significant support in optimizing animal diets is provided by an innovative development – the software application "Farm Animal Ration Calculator," implemented on the Microsoft Excel platform by the scientific and pedagogical team of Polissya National University. This tool is designed for formulating feeding rations for a wide range of species, age-sex, and physiological groups of farm animals, including lactating and dry cows, breeding bulls, young cattle for fattening, sheep and goats, pigs (all age and

physiological categories), as well as poultry (laying and meat-type chickens, geese, ducks, turkeys, guinea fowl, quail). The application's structure within the Microsoft Excel environment includes three discrete worksheets for each of the aforementioned animal groups: "Feeds," "Feeding Standards," and "Ration," each performing a key function in the process of calculating and adjusting feed provision. The basic "Feeds" sheet contains a verified database on the nutritional value of various feeds and feed additives, characterized by the possibility of user editing based on empirical data or laboratory analysis results. This ensures a high level of diet adaptability to the specific needs of individual animals, which significantly enhances feeding efficiency. A distinctive feature of the developed calculator is the integration of the simplex method for ration optimization, which allows for setting quantitative constraints and performing precise adjustments to the ration composition to achieve an optimal balance between essential nutrients. The user interface provides the ability to quickly adjust the ration in real-time, facilitating a rapid and effective response to the dynamic needs of animals.

This software tool is a valuable resource not only for veterinary medicine and nutrition specialists but also for students of relevant specialties. The significance of the development lies in promoting a deeper understanding of the physiological needs of animals for nutrients and providing the opportunity to achieve high standards in the field of feeding. The use of this calculator contributes to maintaining an adequate level of health and welfare of farm animals, as well as potentially ensuring an increase in their productivity and lifespan.

Keywords: ration, feeding, welfare, farm animals.

Reference

1. Elfeel Aiman Anvar Alsakhirin, Susol R., Kirovych N (2023). Modern Aspects of Successful Milk Production in the South of Ukraine. Scientific and technical bulletin/ NAANU IT., vol. 130, pp.50-64. (in Ukrainian)
2. Van Soest, Peter J. Nutritional ecology of the ruminant. 1994 - 2nd ed. O & B Books Inc., Corvallis, 374 pp. Journal of Nutritional Ecology and Food Research. ISSN: 2326-4225 (Print): EISSN: 2326-4233 (Online)
3. Burlaka V.A., Kryvyi M.M., Borshchenko V.V. et al. (2004) Hodivlia silskohospodarskykh tvaryn [Feeding of farm animals]. Zhytomyr: State Agroecological University. 460 p. (in Ukrainian)
4. Koberniuk V.V., Lavryniuk O.O., Zabrodskiy N.P., Sikhnevych K.Y. (2025) Evaluatsiia molochnoi produktyvnosti koriv u PAF «Ierchyky» Zhytomyrskoi oblasti [Evaluation of cows' milk productivity in the private farm "Yerchyky", Zhytomyr region] *Tavrian Scientific Bulletin. Series: Agricultural sciences.* vol. 141, PART 1, pp. 240-247. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.28> (in Ukrainian)
5. Lavryniuk O.O., Verbelchuk T.V., Verbelchuk S.P., Borshchenko V.V., Liuta I.M. (2024) Pryrodni mineraly v zhyvlenni tvaryn [Natural Minerals in Animal Nutrition]. Zhytomyr: Polissia National University. 240 p. (in Ukrainian)
6. Riznychuk I., Nikolenko I., Kyshlaly O., Mazhylovska K., Harbar A. (2023) Prohrama hodivli koriv za periodamy vyrobnychoho tsykladu [Cow Feeding Program by Production Cycle Periods]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia*, vol. 107, pp. 99-103. (in Ukrainian)
7. Susol R., Stulnyk I. (2024) Rizni tekhnolohii vidhodivli nadremontnoho molodniaku khudoby molochnoho napriamu produktyvnostiv umovakh Pivdnia Ukrainy [Different Technologies for Fattening Excess Heifers of Dairy Productivity in Southern Ukraine]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia*, vol. 113, pp. 54-61. <https://abbsl.osau.edu.ua/index.php/visnyk/issue/view/30/29> DOI 10.37000/abbsl.2024.113.08. (in Ukrainian).
8. Lavryniuk O.O., Piddubna L.M., Koberniuk V.V., Sikhnevych K.Y., Atamanchuk D.O. (2025) Suchasni aspekty ratsionalnoi hodivli tvaryn u spetsializovanomu hospodarstvi [Modern Aspects of Rational Animal Feeding in a Specialized Farm]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii:*

Silskohospodarski nauky, vol. 142, P. 2, pp. 199–206. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.25> (in Ukrainian)

9. Borshchenko V.V., Kucher D.M., Kochuk-Yashchenko O.A., Mamchenko V.Yu., Lavryniuk O.O. (2020) Suchasni metody analizu ta korektsii ratsioniv dlia koriv vysokoproduktyvnykh stad [Modern Methods of Analysis and Correction of Rations for Cows in Highly Productive Herds]. Naukovi horyzonty, vol. 03 (88), pp. 96-105. (in Ukrainian)

10. Kryvyi M.M., Borshchenko V.V., Stepanenko V.M., Lavryniuk O.O., Mamchenko V.Yu. (2020) Tekhnolohiia kormiv [Feed Technology]. Zhytomyr: Polissia. 216 p. (in Ukrainian)

11. Tkachuk V.I., Kilnitska O.S., Yaremova M.I., Lavryniuk O.O. (2024) Ekolohizatsiia ahrarnoho vyrobnytstva v umovakh staloho rozvytku [Ecologization of Agricultural Production in Conditions of Sustainable Development]. Ahrarna Ekonomika, vol. 17, no. 1, pp. 17-26. <https://doi.org/10.31734/agrarecon2024.01.017> (in Ukrainian).

Стаття надійшла до редакції 03 червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 15 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.12

УДК 637.524

Мартін Нікі,

доктор філософії,

кафедра годівлі тварин, Шведський університет сільськогосподарських наук (SLU), SE-750 07, Уппсала, Швеція

ORCID ID 0000-0001-5121-1957

email martin.knicky@ri.se

Руслан Сусол,

доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID 0000-0003-2395-1282

email: r.susol@ukr.net

Наталія Кірович,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID 0000-0002-9177-8832

email: kirovich.natalya.2017@gmail.com

Володимир Чебан,

асистент кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID 0009-0003-0149-441X

email: vova.kirito@gmail.com

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ СТАРТОВИХ КУЛЬТУР І ОБОЛОНОК НА ЯКІСТЬ КОВБАСИ САЛЯМІ «ЗОЛОТИСТА»

Анотація

У сучасному ковбасному виробництві активно використовують стартові бактеріальні культури, що дають змогу цілеспрямовано контролювати процес ферментації, прискорювати технологічний процес та отримувати продукцію високої якості. Метою досліджень було визначення впливу різних стартових культур і типів ковбасних оболонок на комплекс технологічно значущих показників якості при виробництві сиров'яленої ковбаси Салямі «Золотиста».

Дослідженнями встановлено, що застосування стартової культури Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC дає змогу скоротити тривалість дозрівання ковбаси та забезпечити покращення смаку, кольору й текстури. BioSTART Plus 50 хоч і уповільнює процес, але сприяє швидшому ущільненню фаршу, активному зниженню рН і стабільному визріванню. Колагенова оболонка Fabios демонструє кращі фізико-механічні властивості й

гігієнічність, а полімерна NaloFerm, попри подовження дозрівання, позитивно впливає на зовнішній вигляд, стабільність форми й ароматичні характеристики продукту. Найкращі результати за сумою органолептичних показників продемонстрували зразки, для виготовлення яких поєднували культуру Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC та оболонку NaloFerm. Культура BioSTART Plus 50 спричиняла інтенсивніше зниження вологості та кислотності продукту, тоді як Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC забезпечувала стабільні показники рН і сприяла формуванню м'якшого смакового профілю. Найвищу мікробіологічну активність та концентрацію молочнокислих бактерій виявлено у зразках I та III груп, що свідчить про ефективну дію стартової культури Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC. Зразки II та IV груп відзначалися нижчими показниками, ймовірно через використання культури BioSTART Plus 50 або вплив полімерної оболонки NaloFerm, яка може обмежувати розвиток мікрофлори.

Ключові слова: технологія, сиров'ялена ковбаса, стартові культури, ковбасні оболонки, органолептичні показники, фізико-хімічні властивості, безпечність

Вступ. Попри складну економічну ситуацію в Україні споживчий ринок відмічає стабільний попит на м'ясні продукти, зокрема на ковбасні вироби. Ці харчові продукти є практично традиційними для нашої країни і навіть, починаючи з жовтня 2016 року, включені до складу мінімального «споживчого кошику». Сучасне виробництво ковбас, окрім вирішення основних технологічних питань та економічної доцільності, в основному спрямоване на розширення асортиментного складу. В той же час, споживачі обґрунтовують свій вибір і вподобання насамперед ціновою політикою, смаковими якостями та брендом.

Серед величезного розмаїття ковбасних виробів сиров'ялені ковбаси займають чільне місце і за своїми смаковими якостями поправу належать до делікатесних продуктів. Неперевершеного смаку ці ковбасні вироби набувають у результаті специфічних фізико-хімічних та ферментативних реакцій, які відбуваються при їх дозріванні.

Класичний процес виробництва сиров'ялених ковбас передбачає посилені вимоги при виборі м'ясної сировини та досить тривалий час виготовлення, як наслідок, вартість таких ковбасних виробів висока. Саме тому сучасні технології задля прискорення технологічних процесів і контролю ферментаційного процесу спрямовані на пошук найбільш оптимальних стартових культур, які дозволяють не лише контролювати та прискорювати, а й надавати сиров'ялених ковбасам нових відтінків смаку й аромату, стабілізувати забарвлення і гарантувати мікробіологічну безпеку готового продукту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасному виробництві сирокочених ковбас активно використовують спеціалізовані бактеріальні культури, що дають змогу цілеспрямовано контролювати процес ферментації та отримувати продукцію високої якості.

Сирокочені ковбаси набувають характерних якостей завдяки складним біохімічним і ферментативним процесам, що відбуваються під час їхнього визрівання. З метою пришвидшення технологічного циклу дедалі більше виробників впроваджують у виробництво стартові культури (бактеріальні закваски). Оскільки мікроорганізми, що входять до складу цих заквасок, мають

різні властивості та рівень активності, це зумовлює певні відмінності у фізико-хімічних, мікробіологічних і органолептичних характеристиках готових ковбасних виробів [1].

Наразі тривають дослідження, спрямовані на створення ефективних бактеріальних препаратів для оптимізації процесів виробництва м'ясної продукції, зокрема у розробці нових сортів сиркопчених ковбас преміум-класу. Науковці з багатьох країн досліджували вплив стартових бактеріальних культур на процес виготовлення сиркопчених ковбас. Встановлено, що їхнє застосування сприяє підвищенню водоутримувальної та емульгувальної здатності м'ясного фаршу, а також покращує якісні характеристики і стабільність готових виробів [2-5].

Завдяки здатності пригнічувати патогенні мікроорганізми, стартерні культури забезпечують мікробіологічну стабільність та сталість кольору м'яса. Вони активізують молочнокисле бродіння, що позитивно впливає на аромат, консистенцію та смакові характеристики. Додавання пропіонових бактерій дозволяє поліпшити структуру, зменшити втрати при термообробці та підвищити вологоутримувальні властивості. Молочнокислі мікроорганізми також сприяють трансформації м'ясних білків і жирів, що формує характерний смак та запах. Деякі культури мають протеолітичну активність, а також антиоксидантні властивості, що запобігають жировому окисленню [6].

Стартові культури, що застосовуються у виробництві ферментованих ковбас, повинні ефективно пригнічувати розвиток небажаної мікрофлори та бути безпечними для споживача. Вони також сприяють збереженню стабільного червоного кольору продукту, беруть участь у гідролізі ліпідів із вивільненням жирних кислот і формуванні летких сполук, які визначають смакові особливості. Крім того, їхня протеолітична активність впливає на консистенцію та структуру готової продукції [7].

Основні вимоги, що висувають до стартових бактеріальних культур належать: добрий ріст за різноманітних фізичних і хімічних умов, які забезпечують оптимальне протікання технологічного процесу та нешкідливість. Щоб забезпечити безпеку бактеріальних заквасок, необхідно оцінити гемоліз, виробництво токсинів та виробництво біогенних амінів мікроорганізмами в заквасці [8]. Деякі стартові культури виробляють біогенні аміни у ферментованих ковбасах, і тому є необхідність у розробці заквасок, які не мають даного недоліку, а методи обробки, такі як упаковка, добавки, гідростатичний тиск та копчення, також можуть зменшити кількість біогенних амінів [9, 10].

Наразі розглядаються можливості використання у складі бактеріальних культур, які застосовують при виробництві ферментованих ковбас, пробіотиків. Завдяки наявності природних пробіотичних мікроорганізмів, такі продукти можуть незначно змінювати свої органолептичні властивості та водночас позитивно впливати на стан здоров'я [11, 12].

Отже, використання стартових культур є важливою умовою виготовлення якісної, безпечної та конкурентоспроможної м'ясної продукції.

Мета. Визначити вплив застосування різних стартових культур і типів ковбасних оболонок на органолептичні властивості, фізико-хімічні та мікробіологічні показники, на вихід готової продукції сиров'яленої ковбаси.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводили в умовах ФОП Колеснік В.Г. ТМ «Овідіопольські ковбаси». Для вивчення та дослідження особливостей технології виготовлення сиров'яленої ковбаси Саямі «Золотиста» основний фарш, виготовлений відповідно рецептурі був розділений на 4 рівноцінних за масою частини і подальші технологічні процеси проводилися згідно особливостей та рекомендацій щодо застосування конкретних стартових культур і оболонок. Таким чином було виокремлено 4 групи:

- до фаршу I групи додали стартову культуру *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC*; шприцювали у колагенову оболонку Fabios;
- до фаршу II групи додали стартову культуру *BioSTART Plus 50* і заповнювали ним колагенову оболонку Fabios;
- фарш III групи включав стартову культуру *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC*; фасували у полімерну оболонку *NaloFerm*;
- до фаршу IV групи включили стартову культуру *BioSTART Plus 50*; заповнювали ним полімерну оболонку *NaloFerm*.

Характеристика термічних процесів для різних груп наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

Особливості технології виробництва саямі «Золотиста»

Показники	група			
	I	II	III	IV
Стартова культура	Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC	BioSTART Plus 50	Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC	BioSTART Plus 50
Ковбасна оболонка	колагенова Fabios	колагенова Fabios	полімерна NaloFerm	полімерна NaloFerm
Температура при осаджуванні, °C:				
- 1 доба	+28	+28	+28	+28
- 2 доба	+25	+25	+25	+25
- 3 доба	+22	+22	+22	+22
- 4 доба	pH 5,1	+ 20	pH 5,1	+ 20
- 5 доба	(завершення процесу)	+ 18	(завершення процесу)	+ 18
- 6 доба		втрати 35% маси (завершення процесу)		втрати 35% маси (завершення процесу)
Умови сушки:				
- температура, °C	+12-14	+12-14	+12-14	+12-14
- відносна вологість, %	78-82	78-82	78-82	78-82
Час дозрівання, діб	18-20	24	24	30

Як показано у таблиці 1, виробництво ковбаси Салямі «Золотиста» зі стартовою культурою *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC* проходить значно швидше. Крім цього, використання цієї культури має низку переваг: стабільний та покращений колір, інтенсивний і збалансований смак, поліпшена текстура, стабільна якість, прискорена ферментація та біозахист від патогенних мікроорганізмів.

Застосування стартової культури *BioSTART Plus 50* у фарші продовжує технологічний цикл, проте надає важливі переваги: значне зниження рівня *pH*, швидке ущільнення фаршу із формуванням характерної текстури, що покращує процес в'яління; зниження виробничих витрат за рахунок прискореного виробництва; оптимальне дозрівання м'яса навіть під час коротких фаз ферментації завдяки лактобактеріям кисломолочного типу; надійна і швидка ферментація, а також можливість контрольованого дозрівання при спільному використанні з готовими композиціями.

Щодо колагенової оболонки *Fabios*, вона характеризується більшою еластичністю, міцністю та бактеріальною чистотою порівняно з натуральними оболонками. Такі оболонки сприяють швидшому дозріванню і стабільному зберіганню сировкопчених ковбас, мають підвищену паро- і газопроникність, що покращує проникнення ароматичних речовин під час копчення і зберігає аромат продукту. Крім того, еластичність оболонки збільшує вихід фаршу під час шприцювання.

Аналіз температурно-вологісного режиму процесів осадження та сушіння показав їх стабільність. Водночас використання полімерної оболонки *NaloFerm* призвело до подовження часу дозрівання ковбаси: із 18–20 до 24 діб при застосуванні *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC*, та з 24 до 30 діб при використанні *BioSTART Plus 50*. Це є певним недоліком, проте оболонка *NaloFerm* має свої плюси: вона дозволяє проводити обсмажування та копчення, що надає виробу традиційного смаку і аромату, сприяє формуванню коагульованої білкової скоринки і блискучої поверхні; відзначається високою механічною міцністю, що дозволяє використовувати напівавтоматичні та ручні кліпсатори, забезпечуючи стабільність форми; має ефективні бар'єрні властивості, які знижують окислення і зберігають аромат спецій; відрізняється термостійкістю (до 80 °C) та стійкістю до тривалого впливу температур; а також володіє мікробіологічною стійкістю, оскільки матеріали оболонки інертні до бактерій і пліснявих грибків, що покращує гігієнічні характеристики виробу.

При оцінюванні якості харчових продуктів, особливо ковбасних виробів, найважливішим з погляду товарознавства є визначення сенсорних (органолептичних) характеристик. Саме вони, у більшості випадків, дозволяють адекватно оцінити споживчі властивості продукту. Органолептичні показники суттєво впливають на привабливість виробу для покупця, що в свою чергу сприяє зростанню продажів і, як результат, підвищенню економічної ефективності виробництва. Під час вибору ковбасних виробів споживач найчастіше керується власними сенсорними відчуттями, віддаючи перевагу

продуктам з кращими на його думку зовнішнім виглядом, кольором та запахом.

Після придбання покупець звертає увагу на смак, текстуру, пружність, здатність до тривалого зберігання, а також на якість і безпечність продукту. З огляду на це, технологи при виготовленні ковбас приділяють особливу увагу саме органолептичним властивостям кінцевого виробу.

За результатами проведеної сенсорної оцінки встановлено, що всі досліджувані зразки ковбасних батонів мали рівномірну, чисту поверхню без пошкоджень оболонки, набряків фаршу чи злипань. Продукти характеризувалися відмінними смаковими якостями та типовою для даного виду ковбас щільною консистенцією. У зразках усіх груп відсутні сторонні запахи чи присмаки. Водночас дослідні зразки сиров'яленої ковбаси Саямі «Золотиста», до складу фаршу яких входила стартова культура *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC* (I та III групи), відзначалися більш темним кольором фаршу на розрізі та легкою кислинкою, що з часом зникала, особливо після вакуумної упаковки. Крім того, вакуумування не лише подовжує термін зберігання ковбас, але й сприяє поліпшенню та вирівнюванню смакових якостей продукту.

Профілограма дегустаційної оцінки, сформована за шкалою бальної системи, наведена на рисунку 1 і свідчить про високий рівень споживчих якостей усіх зразків.

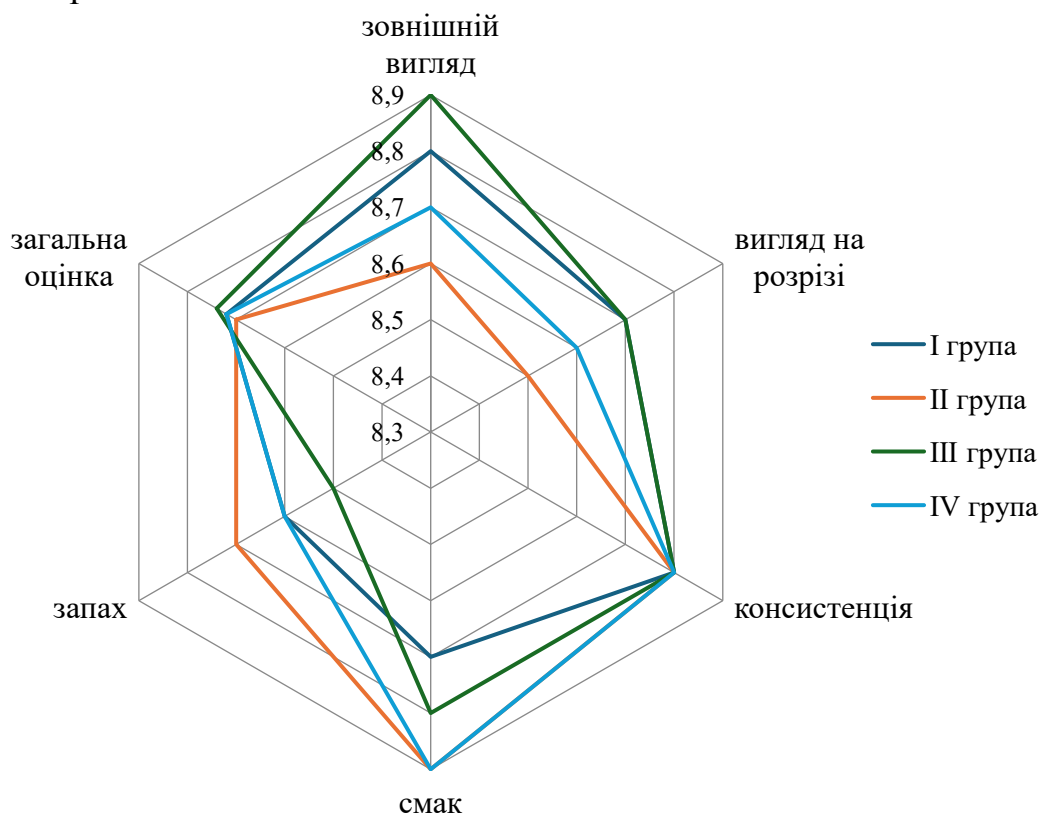


Рисунок 1. Профілограма дегустаційної оцінки зразків Саямі «Золотиста»
(рисунок авторів)

Згідно з результатами дегустаційної оцінки (див. рис.1), найвищу сумарну оцінку отримали зразки III дослідної групи, для яких у рецептурі використовували стартову культуру *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC* у поєднанні з полімерною оболонкою *NaloFerm*.

Усі досліджувані зразки демонстрували високі бали за показником зовнішнього вигляду: батони мали чисту поверхню, оболонка залишалась цілісною, без пошкоджень чи дефектів. Найкраще за цим критерієм себе зарекомендували зразки I та III груп, що вирізнялися привабливим і рівномірним зовнішнім оформленням.

При оцінюванні вигляду на розрізі основну увагу приділяли однорідності забарвлення м'ясної маси, відсутності сіруватих ділянок і плям. Зразки, виготовлені з використанням *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC*, мали більш глибокий і стійкий червоно-рожевий відтінок, що формував привабливий вигляд продукту та свідчив про ефективну дію стартової культури на процеси ферментації та стабілізації кольору.

Використання різних варіантів стартових культур та типів оболонок суттєво не вплинуло на консистенцію готової продукції – за цим показником усі зразки отримали однакові оцінки, що свідчить про стабільність структурних характеристик незалежно від технологічних змін. Водночас, зауваження дегустаційної комісії вказують на деяку перевагу у структурній щільності зразків I та II груп, де застосовувалася культура *BioSTART Plus 50*. Такий ефект зумовлений інтенсивнішим зниженням *pH*, що сприяло ущільненню м'ясної маси в процесі ферментації.

Невелика «кислинка», присутня у зразках I та III груп із культурою *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC*, дещо вплинула на підсумкові бали за смак і аромат, хоча у більшості випадків вона сприймалася як легкий, витончений акцент. Ці зразки характеризувалися виразною, складною смаковою палітрою з типовими для ферментованих ковбас кисломолочними нотками. Натомість зразки з *BioSTART Plus 50* вирізнялися більш м'яким, збалансованим смаком із чітко вираженим м'ясним характером та відсутністю надмірної кислотності.

Незважаючи на незначні відмінності у сенсорних характеристиках між зразками, сумарна бальна оцінка ковбас III групи виявилася найвищою – 8,74 бала. Для порівняння: зразки I та IV груп отримали по 8,72 бала, а зразки II групи – 8,70 бала. Таким чином, на думку дегустаційної комісії, найкраще поєднання смаку, аромату, зовнішнього вигляду та текстури демонстрували вироби, виготовлені із використанням стартової культури *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC* у поєднанні з полімерною оболонкою *NaloFerm*.

Узагальнюючи отримані дані, можна зробити висновок, що застосування стартових культур *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC* та *BioSTART Plus 50*, а також використання полімерної оболонки *NaloFerm* і колагенової оболонки *Fabios* справляє помітний вплив на органолептичні характеристики готової продукції. Усі дослідні зразки відповідали вимогам технічних умов Вимоги ТУ У 10.1-40996213-004:2004, що підтверджує доцільність впровадження

зазначених технологічних рішень у виробництво сиров'яленої ковбаси типу Саламі «Золотиста».

У процесі фізико-хімічного аналізу зразків сиров'яленої ковбаси Саламі «Золотиста» було визначено основні якісні показники: масову частку вологи, вміст кухонної солі та концентрацію залишкових нітритів. Отримані дані наведено в таблиці 2 та використано для оцінки відповідності продукції встановленим нормативам якості та безпечності.

Таблиця 2

Фізико-хімічний аналіз дослідних зразків (n=5, M ± m)

Показник	Вимоги ТУ У 10.1- 40996213- 004:2004	група			
		I	II	III	IV
Вміст вологи, %	55,0	53,04±0,07	52,42±0,08***	53,94±0,05***	52,75±0,06*
pH	5,0-5,2	5,17±0,02	5,12±0,02	5,16 ±0,01	5,12±0,02
Масова частка кухонної солі, %	5,0	4,49±0,02	4,48±0,01	4,47±0,01	4,48±0,02
Залишковий вміст нітриту, мг·кг ⁻¹	70	69,25±3,01	69,23±3,28	69,24±4,02	69,25±3,74

Примітка: * – $P \leq 0,05$; *** – $P \leq 0,001$

Аналізуючи результати, наведені у таблиці 2, варто зазначити, що всі зразки відповідають нормативам за показником масової частки вологи. Найменший вміст вологи зафіксовано у зразках II (52,42 %) та IV (52,75 %) груп, що можна пов'язати з використанням стартової культури *BioSTART Plus 50*, яка характеризується швидким зниженням pH та, відповідно, сприяє інтенсивнішому зневодненню продукту на ранніх етапах дозрівання.

Для зразків III групи, у складі яких поєднується культура *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC* та полімерна оболонка *NaloFerm*, спостерігається дещо вищий рівень вологи (53,94 %). Це може бути обумовлено властивостями оболонки *NaloFerm*, яка має кращу здатність утримувати вологу під час сушіння, порівняно з колагеновою. Крім того, варто враховувати і тривалість технологічного процесу – час дозрівання ковбас IV групи складав 30 діб, тоді як для I групи – лише 18–20 діб, а для II та III – 24 доби. Таким чином, об'єктивні технологічні особливості також впливають на рівень вологоутримання готового продукту.

Цей показник напряду відобразився й на виході готової продукції. У I групі вихід склав 65,0 %, у II – 65,2 %, у III – 65,5 %, а в IV – 65,3 %, що підтверджує ефективність використання полімерної оболонки у поєднанні з відповідною стартовою культурою.

Стартова культура є ключовим фактором, що визначає рівень кислотності у ферментованих ковбасах. У випадку використання *Bactoflavor SafePro® Flora*

Italia LC рівень pH зберігається в межах 5,16–5,17, що свідчить про стабільний ферментаційний процес і високу технологічну передбачуваність цієї культури. Така повторюваність значень є ознакою її надійності у виробничих умовах.

Інший варіант – *BioSTART Plus 50* – забезпечує показник pH на рівні $5,12 \pm 0,02$ у двох незалежних зразках. Це свідчить про ефективне зниження кислотності, хоча середнє значення pH є нижчим, що може впливати на смакову характеристику продукту. Такий результат потребує більш ретельного контролю параметрів процесу для забезпечення стабільності кінцевого виробу.

Хоча обидві культури відповідають технічним вимогам (діапазон pH – 5,0–5,2), *Flora Italia LC* дає вищий і рівномірний показник, що є перевагою для виробництва продуктів із делікатним смаком. У той же час, *BioSTART Plus 50* демонструє більш інтенсивне підкислення, що може бути бажаним у рецептурах з яскраво вираженим ферментованим профілем, за умови точного дотримання технологічних режимів.

Вміст кухонної солі в усіх зразках знаходився у дуже вузькому діапазоні – від 4,47 % до 4,49 %, що нижче граничного значення 5,0 %. Така стабільність свідчить про точне дотримання рецептури й технології дозування. Незначні коливання можуть бути пов'язані із впливом типу оболонки або активності мікрофлори, що впливає на рівномірність сольової дифузії у товщі продукту.

Щодо вмісту залишкової кількості нітриту натрію, у всіх досліджених зразках його рівень становив 69,23–69,25 $\text{мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, що повністю узгоджується з гранично допустимими нормами (не більше 70 $\text{мг} \cdot \text{кг}^{-1}$). Така стабільність показника свідчить про дотримання санітарно-гігієнічних вимог, чітке дозування на етапі виробництва, а також про належну ефективність реакції нітритів під час ферментації та дозрівання ковбас.

Слід зазначити, що отримані дані також були проаналізовані за допомогою програми *SAS 9.4* (*SAS Institute, Cary, NC, USA*). З огляду на відносно невеликий розмір вибірки та можливу ненормальність розподілу даних, використовувалися непараметричні статистичні методи. Для порівняння розподілів кожної змінної між чотирма групами застосовувався критерій Крускала–Уолліса. Цей тест оцінює, чи істотно відрізняються медіанні ранги між групами, і не потребує припущення про нормальність розподілу. Поріг статистичної значущості було встановлено на рівні $P < 0,05$.

Тест Крускала–Уолліса виявив статистично значущу різницю у вмісті вологи між досліджуваними зразками усіх чотирьох груп ($\chi^2 = 16,79$, ступені свободи = 3, $P = 0,0008$). Натомість не було виявлено значущих відмінностей між групами щодо показників pH ($\chi^2 = 5,64$, $P = 0,1308$), концентрації солі ($\chi^2 = 1,93$, $P = 0,5863$) або концентрації нітритів ($\chi^2 = 0,23$, $P = 0,9719$).

Отже, усі представлені зразки сиров'яленої ковбаси Саламі «Золотиста» за фізико-хімічними характеристиками повністю відповідають вимогам нормативного документа Вимоги ТУ У 10.1-40996213-004:2004. Найнижчий вміст вологи був зафіксований у зразках II групи, що може вказувати на інтенсивніше зневоднення фаршу під впливом обраної стартової культури.

Застосування стартової культури *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC* у I та III групах забезпечує стабільний рівень pH 5,16–5,17, що сприяє ніжному смакові з легкою кислотою при дегустації, тоді як використання *BioSTART Plus 50* знижує pH до $5,12 \pm 0,02$, потребуючи більш ретельного контролю і підходячи для яскравішого ферментованого смакового профілю. Показники солоності та залишкового вмісту нітритів залишалися стабільними в усіх варіантах, що свідчить про технологічну стійкість рецептури та контрольованість параметрів незалежно від використаної культури чи типу оболонки.

Оцінка якості ковбасних виробів неможлива без аналізу їх безпечності, що передбачає відсутність шкідливих мікроорганізмів, токсичних елементів, залишків пестицидів, антибіотиків та інших небажаних домішок. Через обмеження у дослідженні ми зосередили увагу виключно на мікробіологічних показниках Саламі «Золотиста». Відповідно до вимог ТУ У 10.1-40996213-004:2004, кожен партію необхідно перевіряти на наявність мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАіФАМ), бактерій групи *E. coli*, сульфітредуруючих клостридій і патогенних мікроорганізмів, зокрема *Salmonella*, які не повинні виявлятися у готовій продукції. Контроль кількісного вмісту МАіФАМ здійснюється згідно з чинними медико-біологічними та санітарними нормами. Додатково було проведено аналіз вмісту молочнокислих бактерій. Підсумкові дані наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

**Вплив досліджуваних показників на мікроорганізми у готових виробх
($n=5$, $M \pm m$)**

Показник	Зразки груп			
	I	II	III	IV
Загальна життєдіяльність мікроорганізмів, $\log KVO/1$ г	12,03±0,48	10,48±0,21*	11,65±0,62	10,15±0,34*
Молочнокислі бактерії, $\log KVO/1$ г	8,57±0,12	7,84±0,15**	8,23±0,31	7,62±0,27*
Бактерії групи <i>E. Coli</i> (коліформи), $\log KVO/1$ г	не виявлено			
Сульфітредууючі клостридії в 0,01 г	не виявлено			
Патогенні мікроорганізми в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> в 25г	не виявлено			

Примітка: * – $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$

Аналіз результатів, наведених у таблиці 3, показує, що найвищу мікробіологічну активність зафіксовано у зразках I та III груп (12,03 та 11,65 $\log KVO/г$ відповідно), що може свідчити про інтенсивні ферментативні процеси,

ймовірно зумовлені дією більш активної стартової культури. Такий рівень активності потенційно покращує органолептичні властивості ковбас, але потребує чіткого технологічного контролю. Найменші значення загальної кількості мікроорганізмів спостерігались у зразках II і IV груп (10,15 та 10,48 $\log KVO/г$), що, ймовірно, пов'язано з менш вираженим розвитком мікрофлори за використання стартової культури *BioSTART Plus 50*.

Найвищий вміст молочнокислих бактерій також встановлено у зразках I та III груп, де застосовувалась культура *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC*, що відповідає загальній динаміці мікробіологічної активності. Наявність значної кількості цих бактерій є позитивним фактором, оскільки вони відіграють ключову роль у формуванні кислотності, стабільності та аромату готового продукту.

Цікавою особливістю є те, що у зразках з полімерною оболонкою *NaloFerm* відзначено дещо знижений рівень загальної кількості мікроорганізмів, включно з молочнокислими бактеріями. За однакових умов виробництва це може пояснюватися властивостями самої оболонки – виробники вказують, що полімерні матеріали *NaloFerm* не взаємодіють із мікрофлорою, зокрема бактеріями та цвілевими грибами.

Усі досліджені зразки відповідають вимогам безпечності: *Escherichia coli*, сульфітредукуючі клостридії та патогенні мікроорганізми, включаючи *Salmonella*, не були виявлені, що свідчить про належний санітарний контроль у виробництві.

Загалом, у ході мікробіологічного дослідження встановлено, що зразки I та III груп характеризуються найвищою ферментативною активністю та вмістом молочнокислих бактерій, що пов'язано з використанням стартової культури *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC*. Зразки II та IV демонструють нижчі мікробіологічні показники, що, ймовірно, обумовлено специфікою культури *BioSTART Plus 50* або особливостями полімерної оболонки *NaloFerm*, яка може стримувати розвиток мікрофлори. За всіма дослідженими критеріями безпеки (відсутність патогенів, *E. coli* та клостридій) ковбаса відповідає встановленим нормативам, що підтверджує її мікробіологічну надійність.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Застосування стартової культури *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC* дає змогу суттєво скоротити тривалість дозрівання ковбаси Саламі «Золотиста» та забезпечити покращення смаку, кольору й текстури. Водночас культура *BioSTART Plus 50* хоч і уповільнює процес, але сприяє швидшому ущільненню фаршу, активному зниженню pH та стабільному визріванню. Колагенова оболонка *Fabios* демонструє кращі фізико-механічні властивості й гігієнічність, а полімерна оболонка *NaloFerm*, попри подовження дозрівання, позитивно впливає на зовнішній вигляд, стабільність форми й аромату продукту.

2. Найкращі результати за сумою органолептичних показників продемонстрували зразки III групи, для виготовлення яких поєднували культуру *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC* та оболонку *NaloFerm*. Саме це поєднання забезпечило збалансований смак, виразний аромат, привабливий

зовнішній вигляд і стабільну текстуру. Незважаючи на незначні відмінності між усіма зразками, кожен з них відповідав вимогам чинних технічних умов, що підтверджує доцільність впровадження таких технологічних рішень у виробництво.

3. Фізико-хімічні параметри всіх зразків ковбаси Саямі «Золотиста» відповідали нормативам ТУ У 10.1-40996213-004:2004. Культура *BioSTART Plus 50* спричиняла інтенсивніше зниження вологості та кислотності продукту ($pH\ 5,12 \pm 0,02$), тоді як *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC* забезпечувала стабільні показники рН (5,16–5,17) і сприяла формуванню м'якшого смакового профілю. Полімерна оболонка *NaloFerm* асоціюється з підвищеним вмістом води та подовженим дозріванням. Усі зразки відзначалися сталістю вмісту солі та нітритів, що свідчить про точність технологічних параметрів виробництва.

4. Найвищу мікробіологічну активність та концентрацію молочнокислих бактерій виявлено у зразках I та III груп, що свідчить про ефективну дію стартової культури *Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC*. Зразки II та IV груп відзначалися нижчими показниками, ймовірно через використання культури *BioSTART Plus 50* або вплив полімерної оболонки *NaloFerm*, яка може обмежувати розвиток мікрофлори. Всі зразки відповідали санітарним вимогам, що підтверджує їх мікробіологічну безпечність і стабільність виробничого процесу.

Надалі планується дослідити, як змінюються показники якості сиров'ялених ковбас за різних комбінацій стартових культур та видів оболонок у процесі зберігання.

Список використаної літератури

1. Кишенько І.І., Топчий О. А., Крижова Ю. П., Рибачук О. І. Стартові культури для ферментації сирокочених ковбас. *Харчова наука і технологія*. 2014. № 3. С. 23-26.
2. Laranjo M., Potes M.E., Elias M. Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. *Front Microbiol.* 2019. Vol. 10. P. 853. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00853>
3. Chen Q., Kong B., Han Q., Xia X., Xu L. The role of bacterial fermentation in lipolysis and lipid oxidation in Harbin dry sausages and its flavour development. *LWT-Food Sci. Technol.* 2017. Vol. 77. P. 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.075>.
4. Hu Y., Li Y., Li X., Zhang H., Chen Q., Kong B. Application of lactic acid bacteria for improving the quality of reduced-salt dry fermented sausage: Texture, color, and flavor profiles. *LWT-Food Sci Technol.* 2022. Vol. 154. P. 112723. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112723>.
5. Jung Y. S., Yoon H. H. Quantitative descriptive analysis and consumer acceptance of commercial dry fermented sausages. *J East Asian Soc Diet Life.* 2020. Vol. 30. P. 306–315. <https://doi.org/10.17495/easdl.2020.8.30.4.306>.
6. Шинкарук М., Балук О. Перспективні стартові культури для крафтових ковбасних виробів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. №5. С. 38-48. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.5.6>
7. Jungeun Hwang, Yujin Kim, Yeongeun Seo, Miseon Sung, Jei Oh, Yohan Yoon. Effect of Starter Cultures on Quality of Fermented Sausages. *Food Science of Animal Resources*. 2023. Vol. 43(1). P. 1–9. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e75>
8. Sirini N, Munekata PES, Lorenzo JM, Stegmayer MÁ, Pateiro M, Pérez-Álvarez JÁ, Sepúlveda N, Sosa-Morales ME, Teixeira A, Fernández-López J, Frizzo L, Rosmini M. Development of healthier and functional dry fermented sausages: Present and future. *Foods*. 2022. 11:1128. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/8/1128>

9. Doeun D., Davaatseren M., Chung MS. 2017. Biogenic amines in foods. *Food Sci Biotechnol*. 2017. 26:1463-1474. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30263683/>

10. Özogul F, Hamed I. 2018. The importance of lactic acid bacteria for the prevention of bacterial growth and their biogenic amines formation: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 58:1660-1670. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28128651/>

11. Крижак Л. М., Семко Т. В., Іваніщева О. А. Дослідження особливостей використання штамів пробіотиків у технології виробництва ферментованих м'ясних продуктів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету* Мелітополь: ТДАТУ, 2023. Вип. 13, том 1. С 242-251. <https://ir.vtei.edu.ua/g.php?fname=28680.pdf>

12. Крижак Л. Ковбаси крафтові сиров'ялені з додаванням червоного сухого вина. Міжнародний науково-практичний журнал товарі та ринки. 2024. Вип. 50, т. 2. С. 110–120. [https://doi.org/10.31617/2.2024\(50\)08](https://doi.org/10.31617/2.2024(50)08)

Martin Knicky,

Doctor of Philosophy, Department of Animal Nutrition, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), SE-750 07, Uppsala, Sweden

ORCID ID 0000-0001-5121-1957

email martin.knicky@ri.se

Ruslan Susol,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technologies for the production and processing of livestock products

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID ID 0000-0003-2395-1282

email: r.susol@ukr.net

Natalia Kirovych,

Candidat of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technologies for the production and processing of livestock products

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-9177-8832

email: kirovich.natalya.2017@gmail.com

Volodymyr Cheban,

Assistant of the Department of Technologies for the production and processing of livestock products

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID ID 0009-0003-0149-441X

email: vova.kirito@gmail.com

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF STARTER CULTURES AND CASINGS ON THE QUALITY OF "ZOLOTYSTA" SALAMI

Abstract

In modern sausage production, starter bacterial cultures are widely used to enable targeted control of the fermentation process, accelerate technological procedures, and obtain high-quality products. The aim of this study was to determine the impact of various starter cultures and types of sausage casings on a range of technologically significant quality indicators in the production of dry-cured salami «Zolotysta». The research was conducted at the premises of individual entrepreneur V.G. Kolesnik, trademark «Ovidopolski Sausages». To study and research the peculiarities of the technology for producing Zolotysta salami dry-cured sausage, the main minced meat, prepared according to the recipe, was divided into four equal parts by weight, and further technological processes were carried out in accordance with the characteristics and recommendations for the use of specific starter cultures and casings. The research showed that the use of the Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC starter culture allows for a shorter maturation period and improves the taste, color, and texture of the sausages. Although BioSTART Plus 50 slows the process, it promotes faster meat batter tightening, more active pH reduction, and consistent ripening. The collagen casing Fabios demonstrated better physical-mechanical and hygienic properties, while the polymer casing NaloFerm, despite extending the maturation time, had a positive effect on appearance, shape stability, and aromatic characteristics of the product. The best organoleptic scores were observed in samples made with the combination of Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC and NaloFerm casing. BioSTART Plus 50 led to a more intense reduction in moisture and acidity, whereas Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC ensured stable pH levels and contributed to a milder flavor profile. The highest microbiological activity and concentration of lactic acid bacteria were found in samples from groups I and III, indicating the effective action of Bactoflavor SafePro® Flora Italia LC. In contrast, samples from groups II and IV showed lower microbiological values, likely due to the use of BioSTART Plus 50 or the NaloFerm casing, which may partially suppress microbial development.

Keywords: *technology, dry-cured sausage, starter cultures, sausage casings, organoleptic properties, physicochemical properties, food safety*

References

1. Kyshenko I.I., Topchii O.A., Kryzhova Yu.P., Rybachuk O.I. Startovi kultury dlia fermentatsii syrokopchenykh kovbas. *Kharchova nauka i tekhnolohiia*. 2014. №. 3. S. 23–26. [in Ukrainian].
2. Laranjo M., Potes M.E., Elias M. Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. *Front Microbiol.* 2019. Vol. 10. P. 853. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00853>.
3. Chen Q., Kong B., Han Q., Xia X., Xu L. The role of bacterial fermentation in lipolysis and lipid oxidation in Harbin dry sausages and its flavour development. *LWT-Food Sci. Technol.* 2017. Vol. 77. P. 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.075>.
4. Hu Y., Li Y., Li X., Zhang H., Chen Q., Kong B. Application of lactic acid bacteria for improving the quality of reduced-salt dry fermented sausage: Texture, color, and flavor profiles. *LWT-Food Sci Technol.* 2022. Vol. 154. P. 112723. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112723>.
5. Jung Y. S., Yoon H. H. Quantitative descriptive analysis and consumer acceptance of commercial dry fermented sausages. *J East Asian Soc Diet Life*. 2020. Vol. 30. P. 306–315. <https://doi.org/10.17495/easdl.2020.8.30.4.306>.
6. Shynkaruk M., Baluk O. Perspektyvni startovi kultury dlia kraftovykh kovbasnykh vyrobiv. *Tavriyskyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky*. 2021. №5. S. 38–48. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.5.6> [in Ukrainian].

7. Jungeun Hwang, Yujin Kim, Yeongeun Seo, Miseon Sung, Jei Oh, Yohan Yoon. Effect of Starter Cultures on Quality of Fermented Sausages. *Food Science of Animal Resources*. 2023. Vol. 43(1). P. 1–9. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e75>.
8. Sirini N, Munkata PES, Lorenzo JM, Stegmayer MÁ, Pateiro M, Pérez-Álvarez JA, Sepúlveda N, Sosa-Morales ME, Teixeira A, Fernández-López J, Frizzo L, Rosmini M. Development of healthier and functional dry fermented sausages: Present and future. *Foods*. 2022. 11:1128. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/8/1128>.
9. Doeun D., Davaatseren M., Chung MS. 2017. Biogenic amines in foods. *Food Sci Biotechnol*. 2017. 26:1463-1474. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30263683>.
10. Özogul F, Hamed I. 2018. The importance of lactic acid bacteria for the prevention of bacterial growth and their biogenic amines formation: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 58:1660-1670. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28128651>.
11. Kryzhak L.M., Semko T.V., Ivanishcheva O.A. Doslidzhennia osoblyvostei vykorystannia shtamiv probiotyktiv u tekhnolohii vyrobnytstva fermentovanykh miasnykh produktiv. *Naukovyi visnyk Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu*. Melitopol: TDATU, 2023. Vyp. 13, tom 1. S. 242–251. <https://ir.vtei.edu.ua/g.php?fname=28680.pdf> [in Ukrainian].
12. Kryzhak L. Kovbasy kraftovi syrovialeni z dodavanniam chervonoho sukhoho vina. *Mizhnarodnyi naukovo-praktychnyi zhurnal Tovary ta rynky*. 2024. Vyp. 50, t. 2. S. 110–120. [https://doi.org/10.31617/2.2024\(50\)08](https://doi.org/10.31617/2.2024(50)08) [in Ukrainian]

Стаття надійшла до редакції 15 червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 23 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.13

УДК: 636.4.082:631.95:636.4.083

Ігор Мойсей,

здобувач третього ступеню вищої освіти за спеціальністю Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, аспірант кафедри технології кормів та годівлі тварин

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID ID 0000-0002-2470-4921

Email: moysey.i@svk.globino.ua

Микола Повод,

доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри технології кормів та годівлі тварин

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна

ORCID ID: 0000-0002-2470-4921

E-mail: nic.pov@ukr.net

Олександр Михалко,

доктор філософії, доцент кафедри технології кормів та годівлі тварин

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна

ORCID ID: 0000-0002-0736-2296

E-mail: snau.cz@ukr.net

Олена Мироненко,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біології продуктивності тварин імені академіка О. В. Квасницького

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна.

ORCID ID: 0000-0002-6067-3755

E-mail: olena.myronenko@pdau.edu

Людмила Чепіль,

кандидат с.-г. наук, доцент кафедри біології тварин

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-2889-5446

E-mail: chepil2017@ukr.net

Людмила Зламанюк,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технологій у
птахівництві, свинарстві та вівчарстві

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ,
Україна

ORCID ID: 0000-0003-3323-4658

E-mail: zlamanyuk@nubip.edu.ua

Анастасія Видрик,

кандидат сільськогосподарських наук, асистент кафедри бджільництва,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ,
Україна

ORCID ID: 0009-0009-2296-7945

E-mail: anastasiavydryk@nubip.edu.ua

Віра Кобернюк,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біоресурсів,
тваринництва та аквакультури

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ORCID ID: 0000-0001-7037-8269

E-mail: kobernukvera@gmail.com

Оксана Лавринюк,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри годівлі тварин і
технології кормів

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ORCID ID: 0000-0003-3145-3689

E-mail: oksana_lavren@ukr.net

Юрій Луник,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри виробництва продукції
дрібних тварин

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького, м. Львів, Україна

ORCID ID: 0000-0001-5893-5923

E-mail: lynuk.31.08@gmail.com

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТА ВІДТВОРЮВАЛЬНИХ ЯКОСТЕЙ СВИНОМАТОК ВІД ВИКОРИСТАННЯ КЛІМАТИЧНИХ БОКСІВ В СТАНКАХ ДЛЯ ОПОРОСУ НАВЕСНІ

Анотація

У цьому дослідженні ми порівняли мікрокліматичні умови у станках, оснащених кліматичними боксами та без них впродовж перших трьох тижнів життя поросят. Основна мета полягала в оцінці температурних режимів у ключових зонах: там, де перебувають поросята, свиноматки та персонал, а також у визначенні ефективності систем обігріву.

Результати дослідження показують, що у весняний період з великими перепадами нічної та денної температури зовнішнього середовища використання станків з кліматичними боксами забезпечує стабільніший і тепліший мікроклімат, особливо у зоні перебування поросят протягом перших двох тижнів життя. Найбільші відмінності спостерігалися в температурі повітря на рівні лежання та стояння поросят, а також у температурі підігрівальних елементів, що є критично важливим для їхнього виживання, комфорту та енергетичного балансу. Отже, застосування станків з кліматичними боксами є ефективним та енергозберігаючим технологічним рішенням для підтримки оптимальних умов вирощування молодняку. Доведено, що комфортніші умови утримання поросят, що забезпечуються завдяки використанню станків із кліматичними боксами, опосередковано вплинули й на відтворювальні якості свиноматок, які поросились і вирощували потомство в таких умовах. Встановлено, що використання станків з кліматичними боксами не вплинуло на загальну кількість народжених поросят, багатоплідність, великоплідність та масу гнізда поросят при народженні і масу одного поросяти при відлученні. Водночас наявність кліматичних боксів посприяла покращенню збереженості поросят на 7,69%, що спричинило збільшення на 10,2% кількості поросят на свиноматку в гнізді при відлученні, та в сою чергу призвело до підвищення маси цього гнізда при відлученні на 10,9%. Покращення збереженості в станках з кліматичними боксами призвело до збільшення на 6,8% кількості відлучених поросят в розрахунку на одне станкомісце та на 7,5% їхньої маси. Дослідження чітко показує, що використання станків з кліматичними боксами значно покращує мікроклімат для поросят у перші два тижні життя, особливо у весняний період з великими температурними коливаннями. Це забезпечує стабільніші та комфортніші умови, що є критично важливим для виживання поросят. Таким чином, застосування станків з кліматичними боксами є високоефективним рішенням, що не лише забезпечує комфортніші умови для молодняку, але й позитивно впливає на економічні показники, покращуючи збереженість поросят та збільшуючи продуктивність відлучення без негативного впливу на репродуктивні показники свиноматок.

Ключові слова: *свиноматка, порося, кліматичні бокси, мікроклімат, відтворювальні якості, станкомісце, збереженість, період року.*

Вступ. Сучасне промислове свинарство активно зосереджується на інтенсифікації виробництва, де одним із найважливіших завдань є створення оптимальних умов для свиноматок та їхнього потомства. Особливо як стверджують [1] критичним є період опоросу та перші тижні життя поросят, адже їхня фізіологічна незрілість та обмежена здатність до терморегуляції роблять їх надзвичайно вразливими до коливань мікроклімату.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Як зазначають [2] підсисний період (перші три-чотири тижні життя) закладає основу для подальшого

розвитку та продуктивності поросят протягом усього їхнього життя. Як зазначає [3] у цей час новонароджені поросята проходять складний етап адаптації від внутрішньоутробного існування до самостійного, і їхні фізіологічні системи залишаються незрілими та надзвичайно чутливими до зовнішніх факторів.

Новонароджені поросята, за словами [4], мають обмежені енергетичні резерви та недостатньо розвинену систему терморегуляції порівняно з дорослими тваринами. Їхня невелика маса тіла, відносно велика площа поверхні до маси та низький рівень підшкірного жиру призводять до швидких втрат тепла в холодному середовищі. Як вважають [5] критична температура повітря для новонароджених поросят становить близько 32–34°C у перші дні життя і поступово знижується до 20–24°C до кінця підсисного періоду.

Підтримка оптимальної температури в зоні перебування поросят як зазначають [6] є життєво важливою для їхнього виживання, росту та здоров'я. Гіпотермія знижує імунітет, збільшує сприйнятливість до хвороб, зменшує споживання молока, уповільнює ріст і підвищує смертність [4]. Водночас, як зауважує [7, 8] висока температура також може бути стресовою для поросят, особливо в поєднанні з високою вологістю та недостатньою вентиляцією.

Одним із технологічних рішень, спрямованих на створення локалізованого комфортного мікросередовища для підсисних поросят у станках для опоросу, як вважають [9, 10, 11] є використання кліматичних боксів (також відомих як обігрівальні ковпаки), локальні обігрівачі або зони обігріву в станках для опоросу в період від народження до відлучення поросят.

Кліматичні кришки являють собою конструкції, які встановлюються в станках для опоросу над зоною відпочинку поросят. Їхнє основне призначення полягає у створенні локалізованої зони з підвищеною температурою та захистом від протягів. Зазвичай вони виготовляються з непрозорих або напівпрозорих матеріалів (пластик, метал) та можуть мати різні форми та розміри [12, 13].

Як повідомляють [13, 14, 15] існує кілька основних типів кліматичних боксів: пасивні кришки – кришки не мають власного джерела обігріву, а використовують тепло, що виділяється тілами поросят та свиноматки, а також запобігають розсіюванню тепла. Активні кліматичні бокс – кришки обладнані вбудованими джерелами обігріву, такими як інфрачервоні лампи, електричні нагрівальні елементи або системи водяного обігріву. Вони забезпечують більш інтенсивний та контрольований обігрів зони перебування поросят. Як повідомляють [7] ефективність кліматичної кришки залежить від її конструкції, розміру, матеріалу, наявності та потужності джерела обігріву (для активних кліматичних боксів), а також від параметрів мікроклімату в основному приміщенні свинарника (температура, вологість, вентиляція).

Дослідження [16] підтверджують здатність кліматичних боксів значно підвищувати температуру повітря та поверхні підлоги в зоні перебування поросят порівняно з основною зоною станка для опоросу. Величина температурного градієнта залежить від типу кришки, потужності обігріву (для

активних кліматичних боксів) та температури в основному приміщенні. Дослідження показали, [17, 18, 19] що використання активних кліматичних боксів з інфрачервоними лампами може забезпечити підвищення температури під кришкою на 5–15°C і більше порівняно з температурою в станку. Пасивні кришки як повідомляють [20] також здатні створювати температурний градієнт, хоча й менший, за рахунок утримання тепла, що виділяється поросятами. Як зазначає [21] надмірне підвищення температури під кришкою може бути шкідливим для поросят, призводячи до теплового стресу і як повідомляють [22], може привести до діареї та зневоднення організму поросят. Тому, особливо при використанні активних кліматичних боксів, необхідний ретельний контроль температури та можливість для поросят вибирати температурно комфортну зону.

Вплив кліматичних кліматичних боксів на вологість повітря в зоні перебування поросят є менш однозначним і залежить від конструкції кришки та системи вентиляції в приміщенні. Як повідомляють [23, 24] пасивні кришки можуть сприяти підвищенню вологості за рахунок зменшення повітрообміну в локальній зоні тоді як активні кришки з інфрачервоними лампами можуть дещо знижувати відносну вологість за рахунок підвищення температури повітря.

Щодо концентрації шкідливих газів (аміаку, вуглекислого газу), кліматичні кришки можуть мати різносторонній вплив. З одного боку, як вважають [25, 26] створення локалізованої теплої зони може спонукати поросят концентруватися в цій області, зменшуючи забруднення інших частин станка.

Але на противагу, недостатня вентиляція під кришкою, особливо при пасивній системі, може спонукати до накопичення шкідливих газів. Тому ефективна загальна вентиляція приміщення є критично важливою при використанні кліматичних кліматичних боксів. Дослідження [27] показали, що використання локальних обігрівачів у поєднанні з ефективною вентиляцією призводило до зниження концентрації аміаку в зоні перебування поросят.

Перевагою використання кліматичних боксів є їхня здатність забезпечувати захист поросят від протягів. Як вважають [20] новонароджені поросята особливо чутливі до швидкості руху повітря, оскільки навіть незначні потоки холодного повітря можуть значно збільшити тепловіддачу та спричинити переохолодження. Як вважають [23, 28], кліматичні кришки фізично перешкоджають прямому впливу повітряних потоків на поросят, створюючи більш спокійне мікросередовище. Дослідження [29] показали, що швидкість руху повітря під кліматичними боксами значно нижча, ніж у відкритій зоні станка. Це особливо важливо в холодну пору року, коли потреба у вентиляції для видалення шкідливих газів може призводити до збільшення швидкості руху повітря в приміщенні.

Використання кліматичних кліматичних боксів впливає на поведінку як поросят, так і свиноматок. Як повідомляють в своїх роботах [30, 31, 32] поросята, які мають доступ до теплої та комфортної зони, проводять більше часу відпочиваючи під кришкою, що сприяє збереженню енергії та кращому росту. а наявність чітко визначеної теплої зони може також сприяти

формуванню «гніздової» поведінки у поросят. Для свиноматок як вважає [33] наявність кліматичної кришки може зменшити їхнє занепокоєння щодо збереження тепла для поросят, що потенційно знижує рівень стресу. Проте необхідно забезпечити достатню площу для свиноматки в станку, щоб вона могла вільно переміщатися та регулювати свою температуру тіла.

Багато авторів [21, 27, 31, 33, 34] вказують на залежність продуктивності свиноматок від параметрів внутрішнього мікроклімату. Це набуває ще більшої актуальності у зв'язку з тим, що в останні роки спостерігається значне підвищення багатоплідності свиноматок, що призводить до зниження їх маси при народженні. У зв'язку з цим актуальним є питання покращення умов їх утримання для підвищення збереженості поросят та подальшої їх росту. Одним із можливих рішень для покращення умов утримання поросят є встановлення кліматичних боксів на станках, що дозволяє краще зонувати мікроклімат. Однак, такі кришки збільшують вартість кожного станка на 200-300 євро. З огляду на це, актуальним стає дослідження параметрів мікроклімату та продуктивності свиноматок при використанні кліматичних боксів і без них. Саме цьому питанню присвячена наша робота.

Метою дослідження було вивчення впливу локалізованого обігріву новонароджених поросят на та параметри мікроклімату в приміщенні та зоні знаходження поросят та їхній ріст у підсисний період.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення дослідження використовувалися помісні свиноматки F_1 які були отримані в результаті схрещування свиноматок порід англійська велика біла та кнурів англійського ландраса яких осіменяли спермою кнурів синтетичної термінальної лінії РІС–337. Експериментальна частина роботи проводилася на репродукторному комплексі №1 ТОВ «НВП «Глобинський свинокомплекс», що розташований у Кременчуцькому районі Полтавської області.

Для проведення досліджень, починаючи з 27 березня 2025 року, технологічну групу свиноматок, що налічувала 240 голів, було розділено на дві рівні групи по 120 голів кожна. Розподіл здійснювався за принципом пар-аналогів відповідно до методики [35].

Піддослідні свиноматки з поросятами утримувалися в індивідуальних станках для опоросу, кожен розміром 1,8 м на 2,5 м, де свиноматка фіксувалася по центру.

Параметри мікроклімату в приміщенні підтримувалися за допомогою системи вентиляції негативного тиску, поставленої німецькою фірмою Big Dutchman.

Напування свиноматок забезпечували ніпельні автонапувалки, встановлені поруч із годівницею, а поросят – мисочкові автонапувалки, розташовані в тильній частині станка.

Годівля свиноматок здійснювалася необмежено, починаючи з другого дня лактації, за допомогою дозаторів корму безперервної дії, до яких комбікорм надходив ланцюгово-шайбовим транспортером. Підгодовля поросят

розпочиналася з другого дня життя рідким замінником молока, який подавався за допомогою кормокухні Kulina Pro від тієї ж німецької фірми Big Dutchman.

Видалення гною відбувалося за допомогою вакуумно-самопливної системи періодичної дії.

Всі ветеринарні та профілактичні заходи для тварин як контрольної, так і дослідної груп проводилися за єдиною, стандартизованою схемою.

Тварини контрольної групи утримувались у стандартних умовах, прийнятих на підприємстві (рис. 1). У цих станках не використовувалися кліматичні бокси. Натомість, для забезпечення комфорту поросят протягом усього підсисного періоду застосовувалися теплі килимки, а протягом першого тижня життя додатково використовувалися інфрачервоні лампи.

Дослідна група свиноматок та їхніх поросят утримувалась в аналогічних умовах, але з ключовою відмінністю – використанням кліматичних боксів з інфрачервоними лампами (рис. 2), що були розташовані у фронтальній частині станка та накривали підігрівний килимок. Кришки кліматичних боксів залишались опущеними в середньому до 14-го дня життя поросят, а їхнє положення регулювалось оператором залежно від поведінки поросят. Для моніторингу температури та швидкості руху повітря застосовували термоанемометр Testo 425. Рівень відносної вологості повітря визначали за допомогою термогігрометра Testo 605.



Рисунок 1. Секція та станок для опоросу і утримання підсисних поросят контрольної групи (рисунок авторів)

Оцінка температурного режиму лігва поросят, різних типів підлоги (решітчастої полімерної та чавунної) здійснювалася пірметром Testo 805 у семи чітко визначених точках кожного станка. Цим же приладом вимірювали і температуру шкіри свиноматок. Вимірювання температурно-вологісних

показників виконувалися у шести вибраних станках кожної секції на трьох ключових висотах: 7 см (що відповідає рівню лежання поросят), 25 см (рівень їх стояння) та 160 см (на рівні дихальних шляхів дорослої людини). Усі процедури суворо відповідали інструкціям сертифікованих в Україні вимірювальних приладів. Дані збирали щотижня (по вівторках і четвергах) у три фіксовані години доби (7:00, 14:00 та 21:00) протягом усього підсисного періоду поросят.



Рисунок 2. Секція та станок для опоросу і утримання підсисних поросят дослідної групи (рисунок авторів)

Відтворювальні якості свиноматок досліджувались за загальноприйнятими методиками [35]. У процесі дослідження проводилося групове зважування поросят кожного гнізда в обох групах у чітко визначені терміни: протягом перших 24 годин після народження та на 21-й день життя (перед відлученням). Отримані кількісні дані підлягали статистичній обробці з використанням методів описової статистики (розрахунок середнього арифметичного значення, стандартного відхилення та помилки середнього). Для порівняння середніх значень досліджуваних показників між контрольною та дослідною групами застосовувався t-критерій Стьюдента для незалежних вибірок після попередньої перевірки розподілу даних на нормальність та оцінки рівності дисперсій. Статистичний аналіз проводився з використанням програмного забезпечення *Microsoft Excel 2016*.

У нашому дослідженні ми порівняли мікрокліматичні умови у станках, оснащених кліматичними боксами та без них впродовж перших трьох тижнів життя поросят.

Основна мета полягала в оцінці температурних режимів у ключових зонах: там, де перебувають поросята, свиноматки та персонал, а також у визначенні ефективності систем обігріву.

Впродовж усього періоду спостереження у весняну пору року як видно з графіку зображеного на рисунку 3, було виявлено, що температура повітря на рівні лежання поросят була стабільно вищою у станках з кліматичними боксами де різниця температур становила $+0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 1-шу добу, $+0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 7-му добу, $+1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 14-ту добу та $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 21-шу добу життя поросят. Ці показники свідчать про більш стабільний та ефективний температурний режим, що забезпечується станками з кліматичними боксами для поросят. Це особливо важливо у критичний період до трьох тижнів життя, коли терморегуляція у поросят ще недосконала, і вони особливо чутливі до перепадів температури.

Температура повітря на рівні стояння поросят також продемонструвала покращення умов при використанні закритих станків. У всіх вікових періодах різниця коливалася в межах від $+0,5$ до $+1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, з піком у $+1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 14-ту добу. Це свідчить про значне теплозбереження, що безпосередньо впливає на енергетичні витрати тварин на терморегуляцію. Як витікає з того ж графіку температура повітря на рівні стояння свиноматки показала лише мінімальні коливання ($+0,1\text{--}0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$) між групами, що вказує на незначний вплив кліматичних боксів на мікроклімат у зоні перебування дорослих тварин. Отже, застосування кліматичних боксів не спричиняє перегріву або дискомфорту для свиноматок.

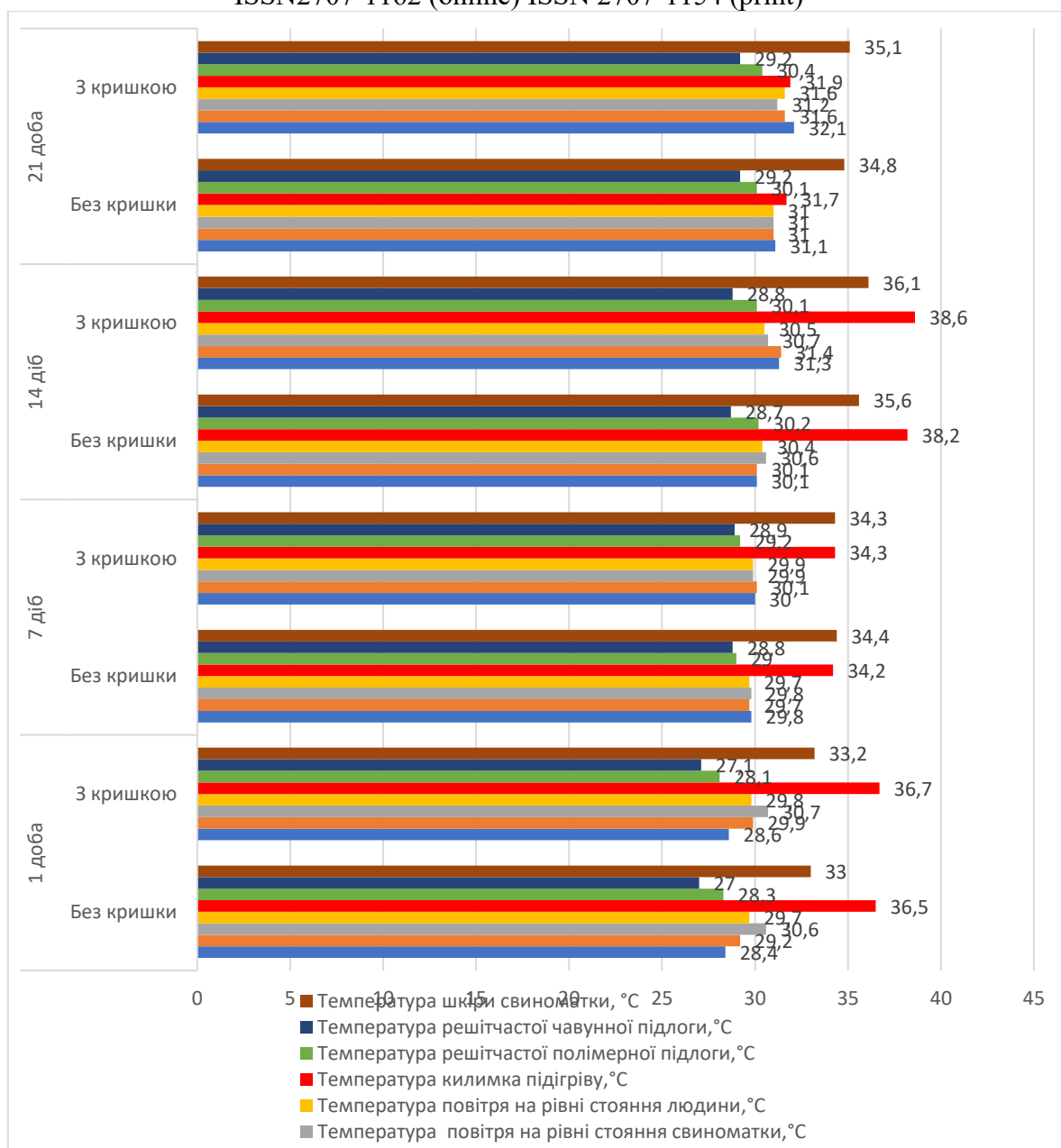


Рисунок 3. Температурні параметри в станку для опоросу (рисунок авторів)

Температура повітря на рівні стояння людини також відрізнялася незначно (+0,1–0,3 °C) на користь станків з кліматичними боксами, що свідчить про загальне підвищення температури в приміщенні, проте всі значення залишалися в межах комфортного мікроклімату для персоналу.

Температура під інфрачервоною лампою на 1-шу добу була на 0,2 °C вищою у станках з кліматичними боксами, що вказує на невеликий, але позитивний вплив конструкції на ефективність локального обігріву новонароджених поросят.

Температура підігрівального килимка також виявилася дещо вищою у станках з кліматичними боксами, з різницею +0,1–0,4 °C. Найбільше підвищення (+0,4 °C) спостерігалось у 14-денних поросят, що є важливим для

забезпечення теплового комфорту в цей період та зниження ризику переохолодження.

Температура решітчастої полімерної підлоги у станках з кліматичними боксами була вищою на 0,1–0,3 °C, що вказує на покращену теплоізоляцію та ефективніше збереження тепла в зоні перебування поросят. Цей ефект, ймовірно, пояснюється меншою тепловіддачею через верхню частину станка.

Натомість, температура решітчастої чавунної підлоги демонструвала мінімальні відмінності (переважно +0,1 °C) на користь станків з кліматичними боксами впродовж усього експерименту. Це свідчить про незначний вплив конструкції на теплопровідну поверхню з високим коефіцієнтом тепловіддачі.

Температура шкіри свиноматки у станках з кліматичними боксами була дещо вищою, з абсолютною різницею від $\pm 0,1$ до +0,6 °C. Найбільша різниця (+0,6 °C на 14-ту добу) може опосередковано свідчити про вищу температуру навколишнього середовища, що, своєю чергою, призводить до менших тепловтрат з боку тіла свиноматки.

Як видно з графіку зображеного на рисунку 4 відносна вологість повітря всередині приміщення у групі тварин з станками оснащеними кліматичними боксами протягом усього періоду утримання поросят була нижчою порівняно з групою без таких боксів.

Абсолютна різниця між показниками становила 2,9% на 1 добу, 4,0% на 7 добу, 13,2% на 14 добу і 6,9% на 21 добу. Водночас відносна вологість повітря на рівні лежання поросят де тварини в перші дні життя перебувають більшість часу також виявилася значно нижчою у станках з кліматичними боксами. Абсолютна різниця становила 5,9% в першу добу: 9,3% на 7 добу, 7,7% на 14 добу і 3,5% на 21 добу. Ці показники свідчать про суттєве покращення умов комфорту безпосередньо у зоні перебування тварин. Зменшення вологості на рівні лежання вкрай важливе для зниження ризику переохолодження поросят. Адже вологе середовище швидше охолоджується, негативно впливаючи на енергетичний баланс тіла новонароджених тварин. Таким чином, кришки не тільки впливають на загальний мікроклімат у приміщенні, а й створюють стабільніше та сухіше мікросередовище безпосередньо біля поросяти. Такі відмінності вказують на ефективніший захист внутрішнього мікроклімату у приміщеннях з кліматичними боксами.

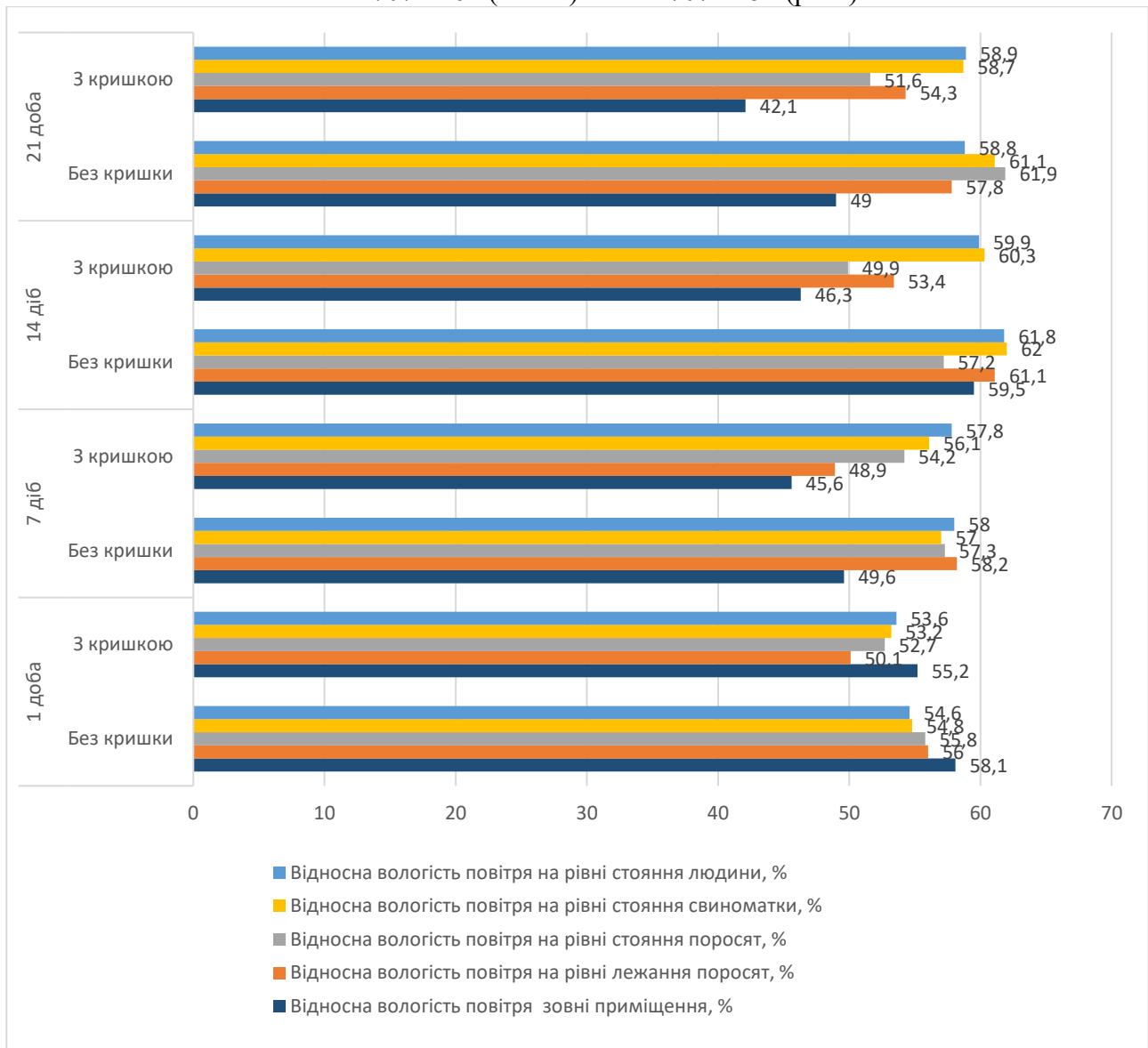


Рисунок 4. Відносна вологість повітря в станку для опоросу (рисунок авторів)

Ймовірно, кришки діють як бар'єр, що зменшує проникнення зовнішньої вологи та сприяє більш стабільному мікроклімату всередині станків, що особливо критично в періоди коливань погодних умов.

Важливим фактором для фізіологічно незрілих поросят є швидкість руху повітря в гнізді для відпочинку поросят. Як видно з графіку зображеного на рисунку 5 наявність кліматичних боксів в станках суттєво впливає на швидкість руху повітря, створюючи більш стабільне та комфортне середовище для поросят.

Так, у першу добу життя поросят швидкість руху повітря у станках без кліматичних боксів становила 0,09 м/с, тоді як у станках з ними – 0,08 м/с. Хоча різниця в 0,01 м/с є незначною, вона вказує на помітне зменшення циркуляції повітря завдяки кришці кліматичного боксу.

До сьомої доби ця різниця стає більш відчутною. У групі без кліматичних боксів швидкість повітря зросла до 0,22 м/с, тоді як у групі з кліматичними боксами вона становила лише 0,11 м/с.

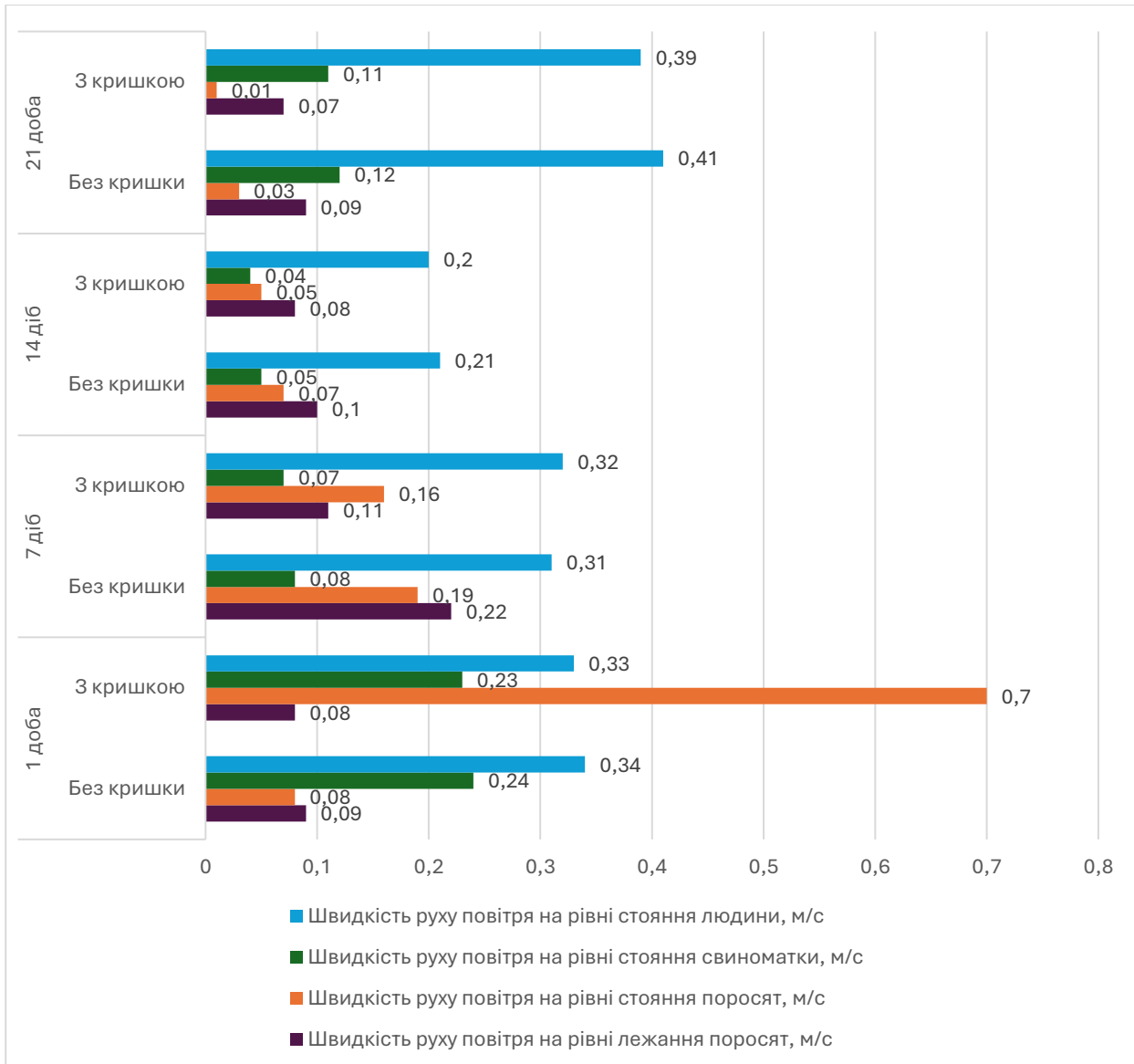


Рисунок 5. Параметри швидкості руху повітря в станку для опоросу (рисунок авторів)

Це значне зниження на 0,11 м/с підкреслює, як кришки кліматичних боксів обмежують повітрообмін, що є важливою перевагою для теплового комфорту поросят.

На 14-ту добу швидкість повітря у станках без кліматичних боксів становила 0,10 м/с, а з ними – 0,08 м/с, що дає різницю в 0,02 м/с. Це свідчить про стабілізацію мікроклімату та збереження ефекту захисту від інтенсивної вентиляції.

До 21-го дня показники були такими: 0,09 м/с у групі без кліматичних боксів та 0,07 м/с у групі ними, з абсолютною різницею 0,02 м/с. Навіть при загальному зниженні рівня руху повітря, конструкція з кліматичними боксами продовжує забезпечувати його зменшення.

Ці результати підтверджують, що кліматичні бокси не лише сприяють кращому теплозбереженню, але й створюють більш контрольоване та захищене

мікросередовище для поросят, що є критично важливим для їхнього здоров'я та розвитку в перші тижні життя.

Таким чином, результати дослідження показують, що у весняний період з великими перепадами нічної та денної температури зовнішнього середовища використання станків з кліматичними боксами забезпечує стабільніший і тепліший мікроклімат, особливо у зоні перебування поросят протягом перших двох тижнів життя.

Найбільші відмінності спостерігалися в температурі повітря на рівні лежання та стояння поросят, а також у температурі підігрівальних елементів, що є критично важливим для їхнього виживання, комфорту та енергетичного балансу. Отже, застосування станків з кліматичними боксами є ефективним та енергозберігаючим технологічним рішенням для підтримки оптимальних умов вирощування молодняку.

Комфортніші умови утримання поросят, що забезпечуються завдяки використанню станків із кліматичними боксами, опосередковано вплинули й на відтворювальні якості свиноматок, які поросились і вирощували потомство в таких умовах.

Як видно з таблиці 1 не встановлено суттєвої різниці між групами свиней за загальною кількістю поросят при народженні, багатоплідністю, великоплідністю та масою гнізда поросят при народженні. Водночас, у дослідній групі було зафіксовано на 11,6% меншу частку мертвонароджених поросят. Тоді як при відлученні було зафіксовано статистично значущу різницю в кількості поросят у гнізді. Зокрема, у станках, обладнаних кліматичними боксами, кількість поросят була на 1,27 голови (або 10,2%) вищою, ніж у гніздах, які утримувалися без кліматичних боксів. Такий результат зумовлений підвищеною збереженістю поросят у станках, де використовувалися кліматичні бокси, яка виявилась на 7,69% кращою порівняно з групами у станках без них.

Водночас, наявність кліматичних боксів не мала впливу на масу поросят під час відлучення, яка була практично ідентичною в контрольній та дослідній групах. Натомість, завдяки більшій кількості поросят у гнізді при відлученні, маса гнізда в розрахунку на одну свиноматку в групі, де використовувалися кліматичні бокси, була на 8,12 кг (або 10,9%) вищою порівняно з аналогічним показником у станках без них.

У зв'язку досягненнями селекціонерів в галузі підвищення багатоплідності свиноматок актуальним стає питання використання кожного станка для опоросу пов'язане з використанням свиноматок годувальниць.

У нашому дослідженні встановлено, що завдяки кращій збереженості поросят у станках з кліматичними боксами, кількість поросят при відлученні у них була на 0,73 голів, або 6,8%, більшою порівняно зі станками без боксів, що спричинило до перевершення за масою гнізда поросят в розрахунку на одне станкомісце на 4,83 кг або 7,5%.

Таким чином використання станків з кліматичними боксами не вплинуло на загальну кількість народжених поросят, багатоплідність, великоплідність та масу гнізда поросят при народженні і масу одного поросяти при відлученні.

Таблиця 1

Відтворювальні якості свиноматок залежно від конструктивних особливостей станків для опоросу, n = 120

Показник	I (контрольна група)	II (дослідна група)
Всього народжених поросят, гол.	16,79 ±0,21	16,73±0,23
В тому числі мертвонароджених, гол.	1,14	1,01
Частка мертвонароджених поросят, %	6,80	6,03
Багатоплідність, гол.	15,64 ±0,18	15,72 ±0,21
Маса гнізда поросят при народженні, кг	19,95 ±0,26	20,04 ±0,29
Великоплідність, кг	1,28 ±0,009	1,28 ±0,007
Середній вік поросят при відлученні, діб	21,30	21,16
Кількість поросят на свиноматку при відлученні, гол.	12,42 ±0,141	13,69 ±0,173 ^{***}
Збереженість поросят в підсисний період, %	79,39 ±1,32	87,08 ±1,06 ^{***}
Маса 1 голови при відлученні, кг	5,99 ±0,131	6,03 ±0,109
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	74,35 ±1,24	82,47 ±1,52 ^{***}
Вихід поросят при відлученні на одне станкомісце для опоросу, гол.	10,80±0,09	11,53±0,11 ^{***}
Маса гнізда поросят при відлученні на одне станкомісце для опоросу, гол.	64,64±1,14	69,47±1,32 ^{**}

Примітка: ** – P < 0,01; *** – P < 0,001 вірогідність різниці з контрольною групою

Водночас наявність кліматичних боксів посприяла покращенню збереженості поросят на 7,69%, що спричинило збільшення на 10,2% кількості поросят на свиноматку в гнізді при відлученні, та в сою чергу призвело до підвищення маси цього гнізда при відлученні на 10,9%. Покращення збереженості в станках з кліматичними боксами призвело до збільшення на 6,8% кількості відлучених поросят в розрахунку на одне станкомісце та на 7,5% їхньої маси.

Результати наших досліджень які свідчать що у весняний період року кліматичні бокси в станках для опоросу свиноматок підтримують необхідну температуру схожі з висновками опублікованими в роботах [16, 17] Водночас наші спостереження стосовно того що температура повітря на рівні лежання поросят була стабільно вищою у станках з кліматичними боксами де різниця температур становила від +0,2 °C до, +1,2 °C на 14-ту добу життя поросят не співпадає з інформацією [17, 18, 19], які повідомляють, що використання активних кліматичних боксів з інфрачервоними лампами забезпечує підвищення температури під кришкою на 5–15°C і більше порівняно з температурою в станку.

Наші дані про те, що різниця між показниками вологості в зоні лежання та стояння поросят становила 2,9% на 1 добу, до 13,2% на 14 добу співзвучні з результатами [23, 24], які повідомляють що активні кришки з інфрачервоними

лампами можуть дещо знижувати відносну вологість за рахунок підвищення температури повітря.

Висновки отримані в нашій роботі стосовно зменшення на 0,01 -0,11 м/с швидкості руху повітря співпали з інформацією [23, 28 36], які повідомляють, що швидкість руху повітря під кліматичними боксами значно нижча, ніж у відкритій зоні станка, що сприяє їхньому виживанню та правильному енергетичному балансу.

Дані наших досліджень про тещо, наявність кліматичних боксів призводить до суттєвого покращення збереженості поросят (на 7,69%), що, у свою чергу, підвищує кількість поросят на свиноматку при відлученні (на 10,2%) та масу гнізда при відлученні (на 10,9%) та призводить до збільшення кількості відлучених поросят на одне станкомісце (на 6,8%) та їхньої маси (на 7,5%) співзвучні з повідомленнями в роботах авторів [6, 21, 26, 27, 31 38, 39, 40], які також вказують на залежність продуктивності свиноматок від параметрів внутрішнього мікроклімату.

Враховуючи подальшу інтенсифікацію промислового свиначства вважаємо за доцільне продовжити дослідження в цьому напрямку та визначити економічну доцільність встановлення кліматичних боксів в станках для опоросу та їх вплив на параметри мікроклімату та продуктивність свиноматок і ріст та збереженість поросят в інші пори року.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У весняний період року кліматичні бокси в станках для опоросу свиноматок підтримують необхідну температуру та вологість в зоні лежання та стояння поросят, що сприяє їхньому виживанню та правильному енергетичному балансу.

Наявність кліматичних боксів призводить до суттєвого покращення збереженості поросят (на 7,69%), що, у свою чергу, підвищує кількість поросят на свиноматку при відлученні (на 10,2%) та масу гнізда при відлученні (на 10,9%) та призводить до збільшення кількості відлучених поросят на одне станкомісце (на 6,8%) та їхньої маси (на 7,5%).

Подальші дослідження у цьому напрямку доцільно спрямувати на вивчення впливу різних конструктивних рішень кліматичних боксів на показники енергетичного метаболізму поросят та рівень їхньої імунної резистентності.

Список використаної літератури

1. Решетник А. О., Смоляк В. В., Лайтер-Москалюк С. В. Стан добробуту свиней у промисловому свиначстві. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького, 2016, Вип. 18(4(72)), С. 66–71. <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/download/987/987>
2. Іванов В. О., Волощук В. М. Біологія свиней: навчальний посібник. Чортків: Нічлава, 2009.
3. Pluske, J. R., Turpin, D. L., & Kim, J.-C. (2018). Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig. *Animal Nutrition*, 4(2), 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.12.004>
4. Curtis, S. E. (1983). *Environmental management in animal agriculture*. Iowa State University Press. <https://doi.org/10.1007/BF02355874>.

5. Prunier, A., Heinonen, M., & Quesnel, H. (2010). High physiological demands in intensively raised pigs: Impact on health and welfare. *Animal*, 4(6), 886–898. <https://doi.org/10.1017/S175173111000008X>.
6. Hoha, G. V., Costachescu, E., Nica, A., Dunea, I. B., & Pasarin, B. (2013). The influence of microclimate conditions on production performance in pigs. *Lucrări Științifice Seria Zootehnie*, 59, 165–169.
7. Le Dividich, J., Rooke, J. A., Herpin, P., & Le Floc'h, N. (2005). Nutritional and metabolic characteristics of the young piglet. *Livestock Production Science*, 97(1–2), 25–36.
8. Sada, O., & Reppo, B. (2009). Effect of animal keeping technologies on the pigsty inner climate in summer. *International Scientific Conference: Engineering for Rural Development*, 8, 70–75. https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2009/Papers/12_Oliver_Sada.pdf
9. Noblet, J., & Le Dividich, J. (1981). Energy metabolism of the newborn pig during the first 24 hours of life. *Biology of the Neonate*, 40(3–4), 175–182. <https://doi.org/10.1159/000241487>.
10. Fielding, D. (1985). Environmental management in animal agriculture. *Tropical Animal Health and Production*, 17(3), 152. <https://doi.org/10.1007/BF02355874>.
11. Opderbeck, S., Keßler, B., Gordillio, W., Schrade, H., Piepho, H. P., & Gallmann, E. (2021). Influence of cooling and heating systems on pen fouling, lying behavior, and performance of rearing piglets. *Agriculture*, 11(4), 324. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040324>.
12. Quesnel, H., Farmer, C., & Theil, P. K. (2022). Colostrum intake by newborn piglets and its consequences. *Livestock Science*, 146(1), 1–14.
13. Nuntapaitoon, M. (2022). Colostrum and milk in sow. In *Colostrum* (pp. xx–xx). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102890>.
14. Johnson, J. S., Gaughan, J. B., Mader, T. L., & Eigenberg, R. A. (2019). Thermal stress in livestock: A global perspective. *International Journal of Biometeorology*, 60(12), 1923–1937.
15. Jensen, P., von Borell, E., Broom, D. M., Csermely, D., Dijkhuizen, A. A., Hylkema, S., Edwards, S. A., Madec, F., & Stamatidis, C. (1997). The welfare of intensively kept pigs. Brussels, Belgium: European Commission, Scientific Veterinary Committee.
16. Ivanov, Y., & Novikov, N. (2020). Digital intelligent microclimate control of livestock farms. *E3S Web of Conferences*, 175, 11012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017511012>.
17. Godyń, D., Herbut, P., Godyń, I., Zaborski, D., & Wojtowski, J. (2020). The effect of microclimate on the health and welfare of piglets – A review. *Animals*, 10(9), 1683. <https://doi.org/10.3390/ani10091683>.
18. Herpin, P., Le Dividich, J., & Damon, M. (2022). Development of thermoregulation and energetic metabolism in the piglet. *Livestock Production Science*, 78(1), 25–46.
19. Mayorga, E. J., Renaudeau, D., Ramirez, B. C., Ross, J. W., & Baumgard, L. H. (2019). Heat stress adaptations in pigs. *Animal Frontiers*, 9(1), 54–61. <https://doi.org/10.1093/af/vfy035>.
20. Mielcarek-Bocheńska, P., & Rzeźnik, W. (2019). The impact of microclimate parameters on odour emissions from pig production in spring. *Ecology, Chemistry and Engineering S*, 26(4), 697–707. <https://doi.org/10.1515/eces-2019-0050>
21. Herbut, P. (2023). The effect of microclimate on the health and welfare of pigs. *Annals of Animal Science*, 13(3), 435–445. <https://doi.org/10.2478/aoas-2013-0035>.
22. Lallès, J. P., Bosi, P., Smidt, H., & Stokes, C. R. (2007). Weaning a challenge to gut and immunity. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 114(1–2), 1–15.
23. Михалко, О. Г., Повод, М. Г. Сезонна залежність продуктивності свиноматок данського походження від конструктивних особливостей систем вентиляції приміщень у період опоросу та лактації. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво», 2019, Вип. 3(38), С. 78–90. <http://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/8523>
24. Samarin, G., Vasilyev, A., Tikhomirov, D., Normov, D., Pavlov, A., Kokunova, I., Solovieva, M., & Dvoretckii, L. (2021). The environmental impact of pig farming. In *International Research Conference on Challenges and Advances in Farming, Food Manufacturing, Agricultural*

- Research and Education (pp. 932–941). KnE Life Sciences. <https://doi.org/10.18502/kls.v0i0.9031>.
25. Cui, J., Wu, F., Yang, X., Liu, T., Xia, X., Chang, X., Wang, H., Sun, L., Wei, Y., Jia, Z., Liu, S., Han, S., & Chen, B. (2021). Effect of gaseous hydrogen sulphide on growth performance and cecal microbial diversity of weaning pigs. *Veterinary Medicine and Science*, 7(2), 424–431. <https://doi.org/10.1002/vms3.324>.
26. Aliev, E. B., Yaropud, V. M., & Bilous, I. M. (2020). Justification of the composition of the energy-saving microclimate system in piggery premises. *Vibrations in Engineering and Technology*, 2(97), 129–137. <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/6361>.
27. Михалко О. Г., Повод М. Г. Продуктивність свиноматок та річна динаміка інтенсивності росту поросят залежно від конструктивних особливостей системи підтримання мікроклімату. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020, Вип. 1, С. 84–95. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-84-95>
28. Li, R. (2020). Effect of partial pit exhaust ventilation system on ammonia removal ratio and mass transfer coefficients from different emission sources in pig houses. *Energy and Built Environment*, 1(4), 343–350. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.04.006>.
29. Huynh, T. T. T., Aarnink, A. J. A., Gerrits, W. J. J., Heetkamp, M. J. H., Canh, T. T., & Spoolder, H. A. M. (2019). Thermal behaviour of growing pigs in response to high temperature and humidity. *Applied Animal Behaviour Science*, 91(1–2), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.10.020>.
30. Wegner, K., Lambertz, C., Daş, G., Reiner, G., & Gauly, M. (2014). Climatic effects on sow fertility and piglet survival under influence of a moderate climate. *Animal*, 8(9), 1526–1533. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001219>.
31. Яропуд В. М., Алієв Е. Б. Результати обстеження стану забезпечення мікроклімату в свинарнику із системою вентиляції від'ємного тиску. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021, Вип. 2(113), С. 168–177. <http://tetapk.vsau.org/storage/articles/June2021/zZ04PXXFZQYuziVRELoV.pdf>.
32. Tuchscherer, A., Puppe, R., & Tuchscherer, M. (2000). Physiological responses of newborn piglets to cold stress and their modulation by maternal factors. *Livestock Production Science*, 63(2), 107–118.
33. Gonzalez-Vizcarra, V. M., Ramirez-Cacho, S., & Alonso-Spilsbury, M. (2013). Influence of environmental temperature on piglet welfare and performance: A review. *Veterinaria México*, 44(1), 55–72.
34. Hoha, G. V., Costachescu, E., Nica, A., Dunea, I. B., & Pasarin, B. (2019). The influence of microclimates conditions on production performance in pigs. *Lucrări Științifice Seria Zootehnie*, 59, 165–169. https://www.uaiasi.ro/firaa/Pdf/Pdf_Vol_59/G_Hoha.pdf.
35. Ладика В. І., Хмельничий Л. М., Повод, М. Г. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: підручник для аспірантів. Одеса: Олді+, 2023. 244 с.
36. Huynh, T. T. T., Aarnink, A. J. A., Gerrits, W. J. J., Heetkamp, M. J. H., Canh, T. T., Spoolder, H. A. M., Kemp, B., & Verstegen, M. W. A. (2005). Thermal behaviour of growing pigs in response to high temperature and humidity. *Applied Animal Behaviour Science*, 91(1–2), 1–16.
37. Kirkegaard, P. H., Sorensen, M. T., & Andersen, J. B. (2020). Causes of piglet mortality in conventional Danish herds. *Livestock Production Science*, 76(3), 227–235.
38. Jungbluth, T., Büscher, W., & Krause, M. (2017). *Technik Tierhaltung* (2nd ed.). Stuttgart, Germany: Eugen Ulmer.
39. Михалко О. Г., Повод М. Г. Річна динаміка параметрів мікроклімату цеху опоросу за різних систем вентиляції. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020, Вип. 2, С. 44–57. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-158-2-44-57>

UDK: 636.4.082:631.95:636.4.083

Moisei Igor,

recipient of the third degree of higher education in the specialty Technology of production and processing of livestock products, postgraduate student of the Department of Feed Technology and Animal Feeding

Sumy National Agrarian University, city. Sumy, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-2470-4921

Email: moysey.i@svk.globino.ua

Povod Mykola,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Feed Technology and Animal Feeding

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-2470-4921

E-mail: nic.pov@ukr.net

Mykhalko Oleksandr,

Doctor of Philosophy, Associate Professor of the Department of Feed Technology and Animal Feeding

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-0736-2296

E-mail: snau.cz@ukr.net

Myronenko Olena Ivanivna,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Biology of Animal Productivity named after Academician O. V. Kvasnytsky

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine.

ORCID ID: 0000-0002-6067-3755

E-mail: olena.myronenko@pdau.edu

Chepil Lyudmila,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Biology

National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-2889-5446

E-mail: chepil2017@ukr.net

Zlamaniuk Liudmila,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technologies in Poultry, Pig and Sheep Breeding
National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0003-3323-4658

E-mail: zlamaniuk@nubip.edu.ua

Vydryk Anastasia,

Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor of the Department of Beekeeping,
National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-2296-7945>

E-mail: anastasiavydryk@nubip.edu.ua

Kobernyuk Vera,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Life Resources, Animal Husbandry and Aquaculture
Polissia National University, Kyiv Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID: 0000-0001-7037-8269, E-mail: kobernyukvera@gmail.com

Lavryniuk Oksana,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Nutrition and Feed Technology
Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID: 0000-0003-3145-3689

E-mail: oksana_lavren@ukr.net

Lunyk Juriy,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Small Animal Production

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytsky, Lviv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0001-5893-5923

E-mail: lynuk.31.08@gmail.com

**DEPENDENCE OF MICROCLIMATE PARAMETERS AND
REPRODUCTIVE QUALITIES OF SOWS ON THE USE OF CLIMATE
BOXES IN FARROWING FACILITIES IN SPRING**

Abstract

In this study, we compared microclimatic conditions in farrowing pens equipped with and without climate boxes during the first three weeks of piglet life. The main objective was to assess

the temperature regimes in key areas where piglets, sows, and staff are located and determine the efficiency of heating systems.

The results of the study show that in the spring period with significant differences in night and day temperature of the external environment, the use of farrowing pens with climate boxes provides a more stable and warmer microclimate, especially in the area where piglets are located during the first two weeks of life. The most significant differences were observed in the air temperature at the level of lying and standing of piglets and in the temperature of heating elements, which is critically important for their survival, comfort, and energy balance. Therefore, using farrowing pens with climate boxes is an effective and energy-saving technological solution for maintaining optimal conditions for growing young animals. It has been proven that more comfortable conditions for keeping piglets, provided by using machines with climatic boxes, indirectly influenced the reproductive qualities of sows that farrowed and raised offspring in such situations. It was found that machines with climatic boxes did not affect the total number of piglets born, multiparity, large-scale fertility, and the weight of the piglet litter at birth or the weight of one piglet at weaning. At the same time, the presence of climatic boxes contributed to the improvement of piglet survival by 7.69%, which caused a 10.2% increase in the number of piglets per sow in the litter at weaning and, in turn, led to the rise in the weight of this litter at weaning by 10.9%. Improved survival in climate-controlled farrowing pens resulted in a 6.8% increase in weaned piglets per farrowing pen and a 7.5% increase in weight. The study shows that using climate-controlled farrowing pens significantly improves piglet microclimate in the first two weeks of life, especially in the spring period with large temperature fluctuations. This provides more stable and comfortable conditions, critical for piglet survival. Thus, using climate-controlled farrowing pens is a highly effective solution that provides more comfortable conditions for young animals and has a positive impact on economic indicators, improving piglet survival and increasing weaning performance without negatively affecting the reproductive performance of sows.

Keywords: *sow, piglet, climate-controlled farrowing pens, microclimate, reproductive performance, farrowing pen, survival, time of year.*

References

1. Reshetnyk, A. O., Smolyak, V. V., & Laiter-Moskalyuk, S. V. (2016). The state of welfare of pigs in industrial pig farming. *Naukovyi Visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Gzhytskoho*, 18(4(72)), 66–71. <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/download/987/987>
2. Ivanov V. O., & Voloshchuk V. M. (2009). *Biology of pigs: a textbook*. Chortkiv: Nichlava, .
3. Pluske, J. R., Turpin, D. L., & Kim, J.-C. (2018). Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig. *Animal Nutrition*, 4(2), 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.12.004>
4. Curtis, S. E. (1983). *Environmental management in animal agriculture*. Iowa State University Press. <https://doi.org/10.1007/BF02355874>.
5. Prunier, A., Heinonen, M., & Quesnel, H. (2010). High physiological demands in intensively raised pigs: Impact on health and welfare. *Animal*, 4(6), 886–898. <https://doi.org/10.1017/S175173111000008X>.
6. Hoha, G. V., Costachescu, E., Nica, A., Dunea, I. B., & Pasarin, B. (2013). The influence of microclimate conditions on production performance in pigs. *Lucrări Științifice Seria Zootehnie*, 59, 165–169.
7. Le Dividich, J., Rooke, J. A., Herpin, P., & Le Floch, N. (2005). Nutritional and metabolic characteristics of the young piglet. *Livestock Production Science*, 97(1–2), 25–36.
8. Sada, O., & Reppo, B. (2009). Effect of animal keeping technologies on the pigsty inner climate in summer. *International Scientific Conference: Engineering for Rural Development*, 8, 70–75. https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2009/Papers/12_Oliver_Sada.pdf.
9. Noblet, J., & Le Dividich, J. (1981). Energy metabolism of the newborn pig during the first 24 hours of life. *Biology of the Neonate*, 40(3–4), 175–182. <https://doi.org/10.1159/000241487>.

10. Fielding, D. (1985). Environmental management in animal agriculture. *Tropical Animal Health and Production*, 17(3), 152. <https://doi.org/10.1007/BF02355874>.
11. Opderbeck, S., Keßler, B., Gordillio, W., Schrader, H., Piepho, H. P., & Gallmann, E. (2021). Influence of cooling and heating systems on pen fouling, lying behavior, and performance of rearing piglets. *Agriculture*, 11(4), 324. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040324>.
12. Quesnel, H., Farmer, C., & Theil, P. K. (2022). Colostrum intake by newborn piglets and its consequences. *Livestock Science*, 146(1), 1–14.
13. Nuntapaitoon, M. (2022). Colostrum and milk in sow. In *Colostrum* (pp. xx–xx). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102890>.
14. Johnson, J. S., Gaughan, J. B., Mader, T. L., & Eigenberg, R. A. (2019). Thermal stress in livestock: A global perspective. *International Journal of Biometeorology*, 60(12), 1923–1937.
15. Jensen, P., von Borell, E., Broom, D. M., Csermely, D., Dijkhuizen, A. A., Hylkema, S., Edwards, S. A., Madec, F., & Stamatidis, C. (1997). The welfare of intensively kept pigs. Brussels, Belgium: European Commission, Scientific Veterinary Committee.
16. Ivanov, Y., & Novikov, N. (2020). Digital intelligent microclimate control of livestock farms. *E3S Web of Conferences*, 175, 11012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017511012>.
17. Godyń, D., Herbut, P., Godyń, I., Zaborski, D., & Wojtowski, J. (2020). The effect of microclimate on the health and welfare of piglets – A review. *Animals*, 10(9), 1683. <https://doi.org/10.3390/ani10091683>.
18. Herpin, P., Le Dividich, J., & Damon, M. (2022). Development of thermoregulation and energetic metabolism in the piglet. *Livestock Production Science*, 78(1), 25–46.
19. Mayorga, E. J., Renaudeau, D., Ramirez, B. C., Ross, J. W., & Baumgard, L. H. (2019). Heat stress adaptations in pigs. *Animal Frontiers*, 9(1), 54–61. <https://doi.org/10.1093/af/vfy035>.
20. Mielcarek-Bocheńska, P., & Rzeźnik, W. (2019). The impact of microclimate parameters on odour emissions from pig production in spring. *Ecology, Chemistry and Engineering S*, 26(4), 697–707. <https://doi.org/10.1515/eces-2019-0050>
21. Herbut, P. (2023). The effect of microclimate on the health and welfare of pigs. *Annals of Animal Science*, 13(3), 435–445. <https://doi.org/10.2478/aoas-2013-0035>.
22. Lallès, J. P., Bosi, P., Smidt, H., & Stokes, C. R. (2007). Weaning a challenge to gut and immunity. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 114(1–2), 1–15.
23. Mykhalko, O. H., & Povod, M. H. (2019). Seasonal dependence of productivity of sows of Danish origin on the design features of ventilation systems during farrowing and lactation. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriiia «Tvarynnystvo»*, 3(38), 77–90. <http://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/8523>
24. Samarin, G., Vasilyev, A., Tikhomirov, D., Normov, D., Pavlov, A., Kokunova, I., Solovieva, M., & Dvoretckii, L. (2021). The environmental impact of pig farming. In *International Research Conference on Challenges and Advances in Farming, Food Manufacturing, Agricultural Research and Education* (pp. 932–941). KnE Life Sciences. <https://doi.org/10.18502/cls.v0i0.9031>.
25. Cui, J., Wu, F., Yang, X., Liu, T., Xia, X., Chang, X., Wang, H., Sun, L., Wei, Y., Jia, Z., Liu, S., Han, S., & Chen, B. (2021). Effect of gaseous hydrogen sulphide on growth performance and cecal microbial diversity of weaning pigs. *Veterinary Medicine and Science*, 7(2), 424–431. <https://doi.org/10.1002/vms3.324>.
26. Aliev, E. B., Yaropud, V. M., & Bilous, I. M. (2020). Justification of the composition of the energy-saving microclimate system in piggery premises. *Vibrations in Engineering and Technology*, 2(97), 129–137. <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/6361>.
27. Mykhalko, O. G., & Povod, M. G. (2020). The productivity of sows and the annual dynamics of growth intensity of piglets depending on the design features of the microclimate maintenance system. *Zbirnyk Naukovykh Prats "Tekhnolohiia Vyrobnystva i Pererobky Produktii Tvarynnystva"*, 1(156), 84–95. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-84-95>.

28. Li, R. (2020). Effect of partial pit exhaust ventilation system on ammonia removal ratio and mass transfer coefficients from different emission sources in pig houses. *Energy and Built Environment*, 1(4), 343–350. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.04.006>.
29. Huynh, T. T. T., Aarnink, A. J. A., Gerrits, W. J. J., Heetkamp, M. J. H., Canh, T. T., & Spoolder, H. A. M. (2019). Thermal behaviour of growing pigs in response to high temperature and humidity. *Applied Animal Behaviour Science*, 91(1–2), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.10.020>.
30. Wegner, K., Lambertz, C., Daş, G., Reiner, G., & Gauly, M. (2014). Climatic effects on sow fertility and piglet survival under influence of a moderate climate. *Animal*, 8(9), 1526–1533. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001219>.
31. Yaropud, V. M., & Aliiev, E. B. (2021). The results of the inspection of the state of the microclimate in the pigsty with a negative pressure ventilation system. *Tekhnika, Enerhetyka, Transport APK*, 2(113), 168–177. <http://tetapk.vsau.org/storage/articles/June2021/zZ04PXXFZQYuziVRELoV.pdf>
32. Tuchscherer, A., Puppe, R., & Tuchscherer, M. (2000). Physiological responses of newborn piglets to cold stress and their modulation by maternal factors. *Livestock Production Science*, 63(2), 107–118.
33. Gonzalez-Vizcarra, V. M., Ramirez-Cacho, S., & Alonso-Spilsbury, M. (2013). Influence of environmental temperature on piglet welfare and performance: A review. *Veterinaria México*, 44(1), 55–72.
34. Hoha, G. V., Costachescu, E., Nica, A., Dunea, I. B., & Pasarin, B. (2019). The influence of microclimates conditions on production performance in pigs. *Lucrări Științifice Seria Zootehnie*, 59, 165–169. https://www.uaiasi.ro/firaa/Pdf/Pdf_Vol_59/G_Hoha.pdf
35. Ladyka, V. I., Khmelnychyy, L. M., & Povod, M. G. (2023). Technology of production and processing of livestock products: a textbook for graduate students. Odesa: Oldi+, 244 p.
36. Huynh, T. T. T., Aarnink, A. J. A., Gerrits, W. J. J., Heetkamp, M. J. H., Canh, T. T., Spoolder, H. A. M., Kemp, B., & Verstegen, M. W. A. (2005). Thermal behaviour of growing pigs in response to high temperature and humidity. *Applied Animal Behaviour Science*, 91(1–2), 1–16.
37. Kirkegaard, P. H., Sorensen, M. T., & Andersen, J. B. (2020). Causes of piglet mortality in conventional Danish herds. *Livestock Production Science*, 76(3), 227–235.
38. Jungbluth, T., Büscher, W., & Krause, M. (2017). *Technik Tierhaltung* (2nd ed.). Stuttgart, Germany: Eugen Ulmer.
39. Mykhalko, O.G., & Povod, M.G. (2020). Annual dynamics of microclimate parameters of the farrowing shop under different ventilation systems. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriiia «Tvarynnytstvo»*, 2, 44–57. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-158-2-44-57>
40. Jungbluth, T., Büscher, W., & Krause, M. (2017). *Technik Tierhaltung* (2nd ed.). Stuttgart, Germany: Eugen Ulmer.

Стаття надійшла до редакції 20 червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 25 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

Марія Пушкіна,

молодший науковий співробітник лабораторії інноваційних технологій та експериментальних тваринницьких об'єктів

Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН України, 361013, м. Полтава, вул. Шведська Могила, 1

ORCID ID 0000-0001-5705-2977

e-mail: azulaniakris@gmail.com

БАГАТОКРИТЕРІЙНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА СВИНИНИ НА СЕРЕДНІХ ФЕРМАХ

Анотація

Розвиток науково-технічного прогресу в галузі свинарства нерозривно пов'язаний з постійним вдосконаленням технологічного обладнання, об'ємно-планувальних рішень будівель виробничого призначення і забудови ферм. Удосконалення форм і методів ведення свинарства по всьому світу здійснюється створенням великих ферм і комплексів. Для вибору найбільш раціонального для певних умов варіанту, необхідно застосовувати критерії, за якими варто порівнювати розглянуті варіанти. Правильний перелік критеріїв грає істотну роль у виборі оптимального рішення. Значна кількість різних технологій з великою різноманітністю технологічних засобів вимагає наявності та використання оціночних критеріїв, за допомогою яких можуть бути оцінені і обрані найбільш ефективні технології і найбільш раціональні проектно-технологічні рішення свинарських підприємств. Якщо для будівництва нових свиноферм і комплексів можливе застосування типових проектів, то для реконструкції і модернізації існуючих необхідний особистий підхід при проектуванні відповідно до технічного завдання. Актуальність завдань порівняльного аналізу, а також відбір визначається на попередній стадії шляхом розгляду досить широкої безлічі альтернативних варіантів проекту (або самих проектів). Причому їх детальний аналіз може привести до істотних витрат ресурсів і часу. У разі, якщо сформовано кілька інвестиційних проектів, причому кожен з яких за своїми фінансово-економічними показниками відповідає вимогам, що пред'являються (завершальний етап інвестиційних досліджень), також необхідно рішення задачі їх порівняльного аналізу, який пов'язаний з вибором одного найкращого проекту (варіанта) або деякої їх сукупності для подальшої реалізації. У тому випадку, якщо з портфеля проектів слід вибрати кілька кращих, то загальну суму фінансування з урахуванням можливостей інвестора можна визначити із застосуванням правила вибору по Парето. Згідно з цим правилом кращим буде той варіант, який за всіма показниками був би не гірше першого, і при цьому хоча б по одному показнику краще за нього. Оцінювання ефективності розроблених об'ємно-планувальних рішень здійснювалося з використанням математичних методів багатокритеріальної оптимізації. Було застосовано такі оціночні критерії: вартість площі, призначеної для виробництва м'яса; використання виробничої площі на одну середньорічну свиню; завантаженість площі станкової частини свинарника. Розраховані критерії оплати площі основного призначення виробництвом м'яса, використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню, використання станкової (корисної) площі свинарника та питомих витрат праці для проектів на 168, 200 та 200 основних свиноматок. Встановлено, що найбільш ефективним як з технологічної, так і з економічної точки зору є перший проект свиноферми, розрахований на 200 основних свиноматок.

Ключові слова: технологія, об'ємно-планувальне рішення, проект, оціночні критерії, ефективність, свинарство, свині.

Вступ. Свинарство в Україні було і наразі залишається національно ідентичною галуззю і за своєю значимістю традиційно посідає перше місце серед інших галузей тваринництва. У кризових ситуаціях саме свинарство нерідко ставало головним джерелом швидкого нарощування обсягів виробництва м'яса. Інтенсивне виробництво продукції свинарства висуває нові підвищені вимоги до технологічних особливостей ведення галузі. В останні роки в промисловому свинарстві поряд із загальним підвищенням інтенсивності виробництва відзначається загострення низки проблем. У першу чергу, це зниження збереженості молодняку, збільшення кількості аварійних опоросів та прохолостів у маточного поголів'я, зниження продуктивності відгодівельного молодняку тощо. Для подолання цих негативних тенденцій потрібна розробка нових інтенсивних технологічних рішень з питань створення оптимальних умов утримання, годівлі та системи селекційно-племінної роботи на малих, середніх та великих свинокомплексах [1, 2].

Одним із головних факторів, які впливають на результативність розвитку галузі свинарства, є впровадження нових вискоефективних та ресурсозберігаючих технологій виробництва свинини не тільки на нових фермах і комплексах, а й на існуючих фермах із застарілими технологіями, використавши при цьому наявні приміщення, провівши їх реконструкцію і, таким чином, значно знизивши вартість будівельних робіт при створенні сучасних ферм [3, 4]. Як наслідок, важливого значення набуває раціональний вибір технологічних схем забудови свиноферм і комплексів, розробка об'ємно-планувальних рішень свинарських приміщень і нового обладнання для вентиляції, утримання, годівлі свиней та гноєвидалення [5, 6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз вітчизняного та світового досвіду виробництва свинини показує, що в сучасних умовах рентабельність та конкурентоспроможність виробництва продукції тваринництва може бути досягнута при застосуванні нових енерго- та ресурсозберігаючих технологій, що забезпечують підвищення продуктивності за рахунок повнішої реалізації генетичного потенціалу порід. Аналіз недоліків базових технологій та можливостей нових технологій показав необхідність удосконалення типових технологій, включаючи в них елементи мало стресових та розробки нових енерго- та ресурсозберігаючих технологій виробництва свинини. Це дозволить створити систему адаптивних технологій, реалізація яких можлива як із використанням серійних, так і перспективних технічних засобів. При цьому адаптивні технології будуть завжди індивідуальні, хоча вони ґрунтуються на базових типових технологіях, рекомендованих для масового застосування, або на нових, але перевірених у виробничих умовах [7, 8].

Останнім часом у всіх галузях сільського господарства розглядаються адаптивні технології виробництва. Адаптивні технології у тваринництві можна визначити як технології, які максимально можливою мірою враховують

сприятливі фактори та пом'якшують вплив несприятливих факторів у даних конкретних умовах функціонування підприємств при економному використанні всіх видів ресурсів. Застосування математичних методів є важливим напрямком удосконалення систем проектування та оптимізації діяльності підприємств та їхніх підрозділів. В процесі проектування складних об'єктів та систем, до яких відносяться і свинарські комплекси, необхідно розв'язувати типові задачі аналізу та синтезу. Найскладнішими є задачі синтезу, які, в багатьох випадках, зводяться до розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації [9, 10].

Під терміном – оптимізація, як правило, в розуміють процес, який дає можливість отримати найкраще рішення в заданих умовах. Слід зазначити що – найкраще рішення деякої задачі з точки зору певної особи, яка визначає, що це є саме – найкраще рішення, чи по іншому його називають оптимальне. З точки зору іншої особи, це рішення може бути вже не – найкраще, а близьке до оптимального. Наступним моментом вище наведеного визначення є те, що це отримане оптимальне рішення – в заданих умовах. В інших умовах отриманий результат вже може і не бути найкращим, оптимальним [11, 12].

Щоб зробити об'єктивний вибір технологічного планувального рішення при проведенні технологічних розрахунків свинарських підприємств, запропоновано кілька критеріїв, які найбільш повно характеризують об'єкт. Якщо вибране планувальне рішення не задовольняє вимогам, що пред'являються, то необхідно повернутися до технічного завдання і скорегувати його. Вибір необхідних технічних засобів проводиться з урахуванням специфіки здійснення кожного технологічного процесу виробництва продукції. При цьому загальна номенклатура технологічних процесів на фермах різного спрямування і спеціалізації в основному зберігається незмінною [13, 14, 15].

Багатокритеріальна оптимізація або оптимізація Парето – це область прийняття багатокритеріальних рішень, яка пов'язана з математичними задачами оптимізації, що включають більше однієї цільової функції для одночасної оптимізації. Вона дозволяє знаходити оптимальні рішення для різних груп завдань, у тому числі під час проектування та реконструкції свиногокомплексів [16, 17, 18, 19, 20, 21].

Мета – адаптація методів багатокритеріальної оптимізації для розв'язання задач з оптимізації проектування та реконструкції свиногокомплексів є актуальною. Саме тому метою наших досліджень було з використанням математичних методів багатокритеріальної оптимізації підвищити ефективність розробки об'ємно-планувальних рішень для виробництва свинини на середніх фермах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Обрахунок ефективності розроблених об'ємно-планувальних рішень проводився з використанням методів багатокритеріальної оптимізації з використанням методу Парето [9; 11; 12, 20, 21, 22, 23, 24, 25].

У дослідженні були використані наступні оціночні критерії: критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса, критерій

використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню, критерій використання станкової (корисної) площі свинарника, критерій питомих витрат праці, критерій питомих витрат праці.

Розрахунок теоретичної ефективності свинарського підприємства, для функціонування в конкретних економічних умовах, проводився на підставі техніко-економічних показників закладених у технічному завданні та наступних оціночних критеріїв:

- критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса (K_{KC}), характеризує високопродуктивне виробництво продукції на мінімальних виробничих площах основного призначення.

$$K_{KC} = \frac{Q_{P.M}}{S_B}, \text{ ц /м}^2 \quad (1)$$

де $Q_{P.M}$ - річне виробництво м'яса, ц;

S_B - виробнича площа основного призначення, м².

- критерій використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню ($K_{u.n.j}$), характеризує раціональність використання і відповідність питомої площі на 1 голову технологічним нормам проектування.

$$K_{u.n.j} = \frac{S_{n.j}}{P_{c.p.j}} \quad (2)$$

де $S_{n.j}$ - загальна виробнича площа для утримання j-ой технологічної групи свиней, м²;

$P_{c.p.j}$ - середньорічне поголів'я j-ой технологічної групи свиней, гол.

- критерій використання станкової (корисної) площі свинарника ($K_{C.T}$), характеризує ефективність використання виробничої площі, як відношення площі всіх станків до загальної площі свинарника:

$$K_{C.T} = \frac{S_{CT}}{S_{3AT}} \quad (3)$$

де $S_{C.T}$ - площа всіх станків, м²;

S_{3AT} - загальна площа свинарника, м².

- критерій питомих витрат праці ($K_{B.П}$) характеризує ефективність використання робочої сили при обслуговуванні поголів'я на свинофермі і визначається, як відношення всіх трудовитрат до обсягу виробленої продукції:

$$K_{B.П} = \frac{\sum Q_{Г.В.П}}{Q_{Г.М}}, \text{ люд.-г./ц.} \quad (4)$$

де $Q_{Г.В.П}$ - загальна сума витрат праці на обслуговування поголів'я, люд.-г.

Критерії для оцінки проектно-технологічних рішень свинарських підприємств застосовувались поетапно. Наведені вище критерії були використані на стадії передпроектних пропозицій, для вибору і затвердження

найбільш підходящого технологічного рішення.

У даному дослідженні не розглянуті економічні критерії та критерії, що враховують витрати води і кормів, вихід гною, витрату електроенергії і викиди виділень в навколишнє середовище.

Оціночні критерії теоретичної ефективності роботи свинарського підприємства, для функціонування в конкретних економічних умовах після її реконструкції розраховували на прикладі проекту на 168 основних свиноматок та 2 проектів на 200 основних свиноматок, розроблених Інститутом свинарства та АПВ НААН (табл. 1, рис. 1).

Таблиця 1

Постійне поголів'я свиней (168 основних свиноматок)

Показник	Гол.
Кнури - плідники	3
Умовно поросні свиноматки	29
Поросні свиноматки	73
Підсисні свиноматки	35
Холості свиноматки та ремонтні свинки	45
Поросята сисуни	423
Поросята на дорощуванні	517
Свині на відгодівлі	937
Всього постійного поголів'я	2062

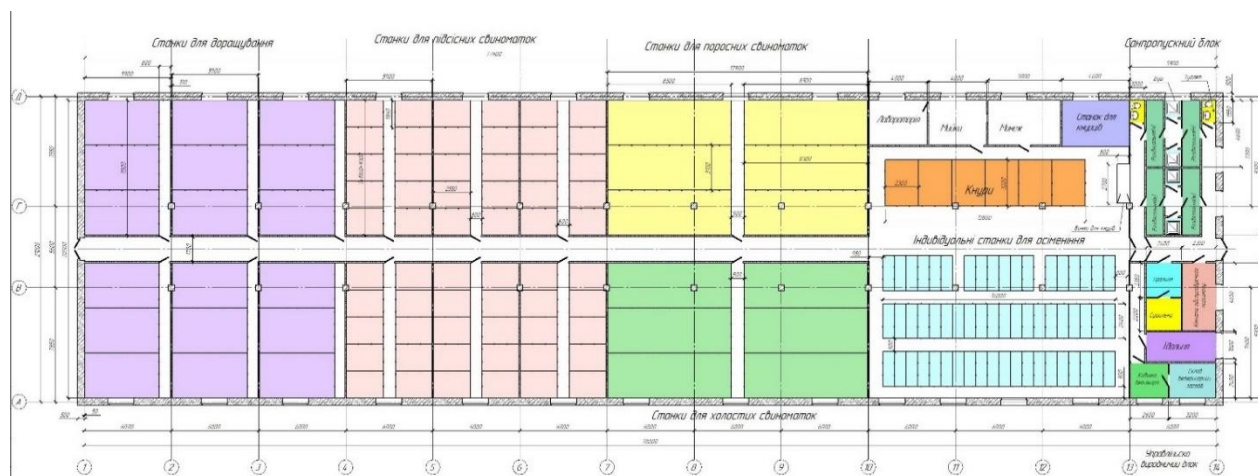


Рисунок 1. План розташування станків (рисунок авторів)

За рік на комплексі було заплановано одержання від 168 свиноматок (з врахуванням коефіцієнту заплідненості свиноматок) 320 опоросів та 3840 поросят. Заплановане поголів'я молодняку на дорощуванні буде становити 3648 голів, на відгодівлю може бути поставлено, за даними технічного завдання та

розрахунків, - 3575 голів (табл. 2, рис. 2).

Критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса (K_{KC}):

Річне виробництво м'яса $Q_{P.M} = 2145$ ц.

Виробнича площа основного призначення $S_B = 974,16$ м².

(Для обрахунку використовувались середні показники виходу м'яса з туші).

$K_{KC} = 2,2$ ц/м²

- Критерій використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню ($K_{u.n.j}$):

$K_{u.n}$ (кнур) - 7,36;

$K_{u.n}$ (холості та ремонтні свинки) – 3,36;

$K_{u.n}$ (поросні свиноматки) – 2,08;

$K_{u.n}$ (підсисні свиноматки) – 7,68;

$K_{u.n}$ (дорощування) - 0,61.

При зіставленні отриманих даних з нормами площ і розмірів основних технологічних елементів будівель видно, що всі розміри підібрані вірно. Можлива похибка розрахунків та елементів креслення залежить від будівлі, що реконструюють, і складає не більше 5 %.

Критерій використання станкової (корисної) площі свинарника ($K_{C.T}$): 0,67.

Критерій питомих витрат праці ($K_{B.P}$): 1,01 люд.-г./ц.

Таблиця 2

Постійне поголів'я свиней (200 основних свиноматок)

Показник	Гол.
Кнури - плідники	4
Умовно поросні свиноматки	36
Поросні свиноматки	91
Підсисні свиноматки	44
Холості свиноматки та ремонтні свинки	56
Поросята сисуни	526
Поросята на дорощуванні	643
Свині на відгодівлі	1166
Всього постійного поголів'я	2567

За рік на комплексі було заплановано одержання від 200 свиноматок (з врахуванням коефіцієнту заплідненості свиноматок) 400 опоросів та 4800 поросят. Заплановане поголів'я молодняку на дорощуванні буде становити 4560 голів, на відгодівлю може бути поставлено, за даними технічного завдання та розрахунків, – 4469 голів.

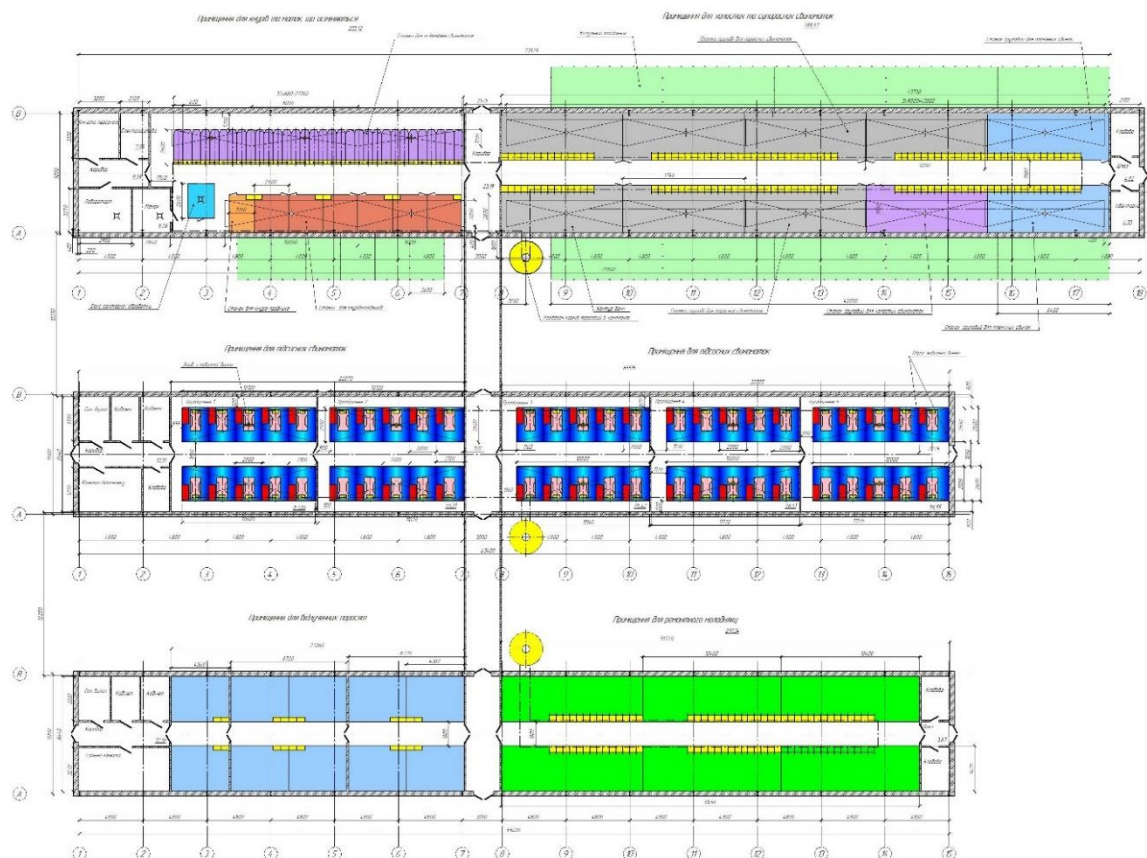


Рисунок 2. План розташування станків (рисунок авторів)

Критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса ($K_{К.С}$) :

Річне виробництво м'яса $Q_{Р.М} = 2682$ ц.

Виробнича площа основного призначення $S_B = 924,09 \text{ м}^2$.

(Для обрахунку використовувались середні показники виходу м'яса з туші).

$$K_{К.С} = 2,9 \text{ ц/м}^2$$

Критерій використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню ($K_{у.п.і}$) :

$K_{у.п.і}$ (кнур) - 7,28;

$K_{у.п.і}$ (холості та ремсвинки) – 4,39;

$K_{у.п.і}$ (поросні свиноматки) – 2,15;

$K_{у.п.і}$ (підсисні свиноматки) – 5,85.

При зіставленні отриманих даних з нормами площі і розмірів основних технологічних елементів будівель [1, 26] видно, що всі розміри підбрані вірно. Можлива похибка розрахунків та елементів креслення залежить від будівлі, що реконструюють, і складає не більше 5 %.

Критерій використання станкової (корисної) площі свинарника ($K_{С.Т}$): 0,56.

Критерій питомих витрат праці ($K_{В.П}$) : 0,85 люд.-г./ц.

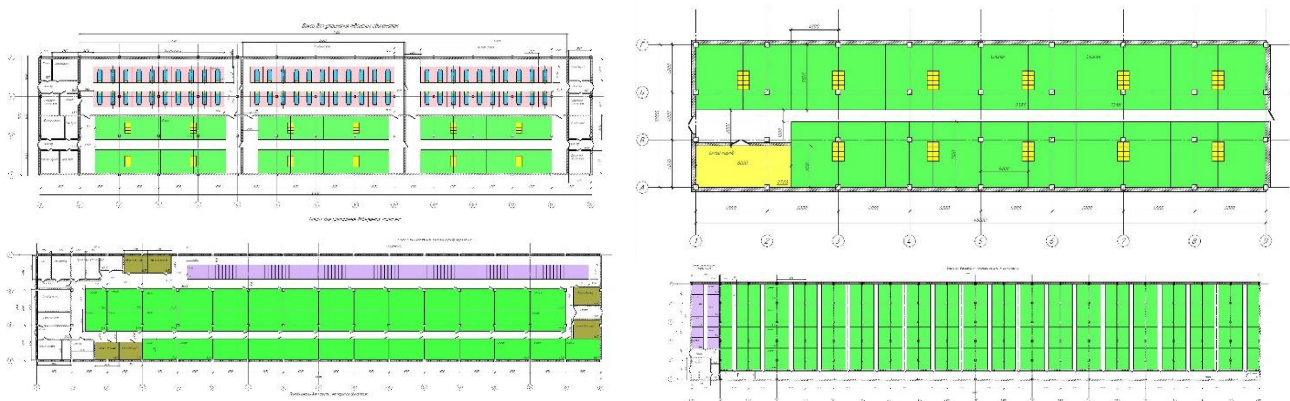
За рік на комплексі було заплановано одержання від 200 свиноматок 400 опороси та 4800 порослят. Заплановане поголів'я молодняку на дорощуванні

буде становити 4560 голів, на відгодівлю може бути поставлено, за даними технічного завдання та розрахунків, – 4469 голів (табл. 3, рис. 3).

Таблиця 3

Постійне поголів'я свиней (200 основних свиноматок)

Показник	Гол.
Кнури - плідники	4
Умовно поросні свиноматки	36
Поросні свиноматки	91
Підсисні свиноматки	45
Холості свиноматки та ремонтні свинки	55
Поросята сисуні	546
Поросята на дорощуванні	637
Свині на відгодівлі	1142
Всього постійного поголів'я	2555

**Рис. 3. План розташування станків**

* – На базі даного комплексу є окремий цех дорощування для інших ферм, тому при підрахунках даного критерія отримані дані не співпадають з чинними нормативними документами [1, 26];

Критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса (K_{KC}):

Річне виробництво м'яса $Q_{P.M} = 2682$ ц.

Виробнича площа основного призначення $S_B = 1624,12$ м².

(Для обрахунку використовувались середні показники виходу м'яса з туші).

$$K_{KC} = 1,7 \text{ ц/м}^2$$

- Критерій використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню ($K_{u.n.j}$):

$K_{u.n}$ (кнури) – 11,82;

$K_{u.n}$ (холості та ремсвинки) – 15,36*

$K_{u.n}$ (поросні свиноматки) – 1,8;

$K_{u.n}$ (підсисні свиноматки) – 6,61.

$K_{u.n}$ (відлучення) – 0,75

При зіставленні отриманих даних з нормами площ і розмірів основних технологічних елементів будівель видно, що всі розміри підібрані вірно. Можлива похибка розрахунків та елементів креслення залежить від будівлі, що реконструюють, і складає не більше 5 %.

Критерій використання станкової (корисної) площі свинарника ($K_{C.T}$): 0,66.

Критерій питомих витрат праці ($K_{B.П}$): 0,84 люд.-г./ц.

Критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса ($K_{K.C}$) був розрахований, виходячи з даних на кресленні та технічному завданні. З таблиці 4 видно, що за цим критерієм найбільш економічно та технологічно правильним є перший проект на 200 основних свиноматок. Цей критерій найбільш повно відображає технологічну ефективність проектно технологічних рішень свинарських підприємств. Чим вище значення цього критерію, тим вище ефективність виробництва. Цей показник коливається в межах від 0,9 до 2.

Таблиця 4

Основні техніко-економічні показники проектів середніх ферм

К-ть основних св.-ток	Показники								
	$K_{K.C.}$ ц/м ²	$K_{u.p.}$						$K_{C.T.}$	$K_{B.П.}$ люд.-г./ц
		Кнур и	Холост і св.-ки	Поросн і св.-ки	Відгодівля	Підсисні	Дорошування		
168	2,2	7,36	3,36	2,08	-	7,68	0,61	0,67	1,01
200	2,9	7,28	4,39	2,15	-	5,85	-	0,56	0,85
200	1,7	11,8	15,3	1,8	-	6,61	0,75	0,64	1,26

Критерій використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню ($K_{и.п.j}$) був розрахований виходячи з загальної виробничої площі для утримання різних технологічних груп свиней та середньорічного поголів'я відповідних технологічних груп. При використанні цього критерію необхідно враховувати, що питома площа на одну голову для всіх статевовікових груп свиней не може бути нижче рекомендованої. Завищені показники питомої площі ведуть до нераціонального використання площі, в наслідок чого підвищується забрудненість станків для утримання свиней і збільшується вартість будівництва або реконструкції свиногокомплексу.

Критерій використання станкової (корисної) площі свинарника ($K_{C.T.}$) був розрахований, виходячи з площі всіх станків та загальної площі свинарника. Чим вище цей критерій, тим вище ефективність використання внутрішнього простору свинарника. Технологічні коридори не повинні бути більше рекомендованих нормами розмірів для більш раціонального використання

площі. З таблиці 1 видно, що за цим критерієм найбільш ефективним є проект на 168 основних свиноматок. Це пов'язано з тим, що площа допоміжних приміщень є нормованою та практично не змінюється в залежності від кількості поголів'я, тобто є величина фіксована, тоді як зі зменшенням поголів'я зменшується корисна площа.

Критерій питомих витрат праці ($K_{в.п}$) був розрахований, виходячи з загальної суми витрат праці на обслуговування поголів'я та річного виробництва м'яса. В даний час є тенденція по максимальній автоматизації всіх технологічних процесів у виробництві і відповідно, скорочення витрат праці, тому найбільш ефективним є перший проект на 200 основних свиноматок.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Розраховані критерії для оцінки ефективності використання площі основного призначення у виробництві м'яса включали аналіз кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню, використання корисної площі свинарників та питомих витрат праці. У рамках дослідження були розглянуті один проект на 168 основних свиноматок і два проекти на 200 основних свиноматок.

За результатами аналізу, проект із 200 основними свиноматками виявився найбільш ефективним, згідно з визначеними техніко-економічними показниками.

На основі отриманих даних встановлено, що проект створення свиноферми на 200 основних свиноматок є оптимальним як з економічної, так і технологічної точок зору. Це підтверджується такими критеріями, як рівень витрат на оплату площі виробничого призначення та відповідністю інших техніко-економічних показників встановленим нормам.

Використання запропонованої методики надає можливість здійснювати порівняння різних об'ємно-планувальних рішень і відбирати оптимальні варіанти залежно від конкретних умов і вимог.

Застосування багатофакторних методів розрахунку дозволяє проводити детальний відносний аналіз конкуруючих проектів, що сприятиме прийняттю обґрунтованих рішень щодо економічно доцільного будівництва або реконструкції свиноферм.

Список використаної літератури

1. Відомчі норми технологічного проектування. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми): ВНТП-АПК-02.05. Київ: Мінагрополітики, 2005. 98 с
2. Волощук В.М. Теоретичне обґрунтування і створення конкурентоспроможних технологій виробництва свинини: монографія. Полтава : Фірма «Техсервіс», 2012. 350 с.
3. Волощук В. М., Смыслов С. Ю., Підтереба О. І. Ксьонз І. М. Об'ємно-планувальні та технологічні рішення реконструкції приміщень при переведенні свинарства на поточкову систему виробництва. *Свинарство*. 2017. Вип. 70. С. 11–19.
4. Волощук В.М. Теоретичне обґрунтування і створення конкурентоспроможних технологій виробництва свинини. Рукопис. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук. Херсон, 2009.

5. Лихач В. Я. Обґрунтування, розробка та впровадження інтенсивнотехнологічних рішень у свинарстві: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.02.04 / Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв, 2015. 478 с
6. Підтереба О.І., Смилов С.Ю., Сокирко М.П. Ефективність нових технологічних рішень при реконструкції свинарських племінних ферм. *Зб. наук. пр. Подільського держ. аграр.-техніч. ун-ту*. Кам'янець-Подільський, 2013. Вип. 21. С. 221–222. (Серія «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»).
7. Обґрунтування, розробка та впровадження інтенсивно-технологічних рішень у свинарстві: монографія / В.Я. Лихач. Миколаїв: МНАУ, 2016. 227 с. ISBN 978-617-7149-20-9
8. Особливості проектування свиноферм в сучасних умовах / В. Ю. Дудін [та ін.] // *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка*. Харків, 2013. Вип. 132: Технічні системи і технології тваринництва. С. 365-371.
9. Івченко Р.А., Купін А.І. Дослідження методів багатокритеріальної оптимізації для вибору обладнання або деталей на виробництві. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація*. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.1-1/11>
10. Радченко В.І. Технологія - наука про виробництво свинини. Технологія виробництва продукції свинарства. *Хомутецький ВТК ПДАА*, 2017. URL: <http://svinarstvohvtk.blogspot.com/2017/03/3.html>
11. Теслюк В.М., Загарюк Р.В. Методи багатокритеріальної оптимізації: Ч.1. Конспект лекцій з курсу – Методи багатокритеріальної оптимізації для студентів спеціальності 8.05010103 – Системне проектування. – Львів: Видавництво Національного університету – Львівська політехніка, 2012. – 64 с.
12. Dodgson J. S., Spackman M., Pearman A., & Phillips L. D. *Multi-criteria analysis: A manual*. London: Department for Communities and Local Government. 2009. 168 p.
13. Економіко-математичне моделювання в сільському господарстві: навч. посібник / Н. К. Васильєва. Дніпропетровськ: Біла К. О., 2015. 155 с.
14. Lene Juul Pedersen, Chapter 1 - Overview of commercial pig production systems and their main welfare challenges, Editor(s): Marek Špinka, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, *Advances in Pig Welfare*, Woodhead Publishing, 2018, Pages 3-25, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101012-9.00001-0>.
15. Технологія виробництва і переробки продукції свинарства: навчальний посібник / М. Повод, О. Бондарська, В. Лихач, С. Жижка, В. Нечмілов та ін. – Київ: Науково методичний центр ВФПО, 2021. – 360 с
16. Alex A. Freitas. 2004. A critical review of multi-objective optimization in data mining: a position paper. *SIGKDD Explor. Newsl.* 6, 2 (December 2004), 77–86. <https://doi.org/10.1145/1046456.1046467>
17. Florence Garcia-Launay, Cécile Crolard, E. Teisseire, Mohsen Davoudkhani, Joël Aubin. Multiobjective feed formulation for pig: methodological approach and application. 70. Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), Aug 2019, Gand, Belgium. Wageningen Academic Publishers, Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 25, 2019, Annual Meeting of the European Association for Animal Production. (hal-02306201)
18. Kasprzak, E., Lewis, K. Pareto analysis in multiobjective optimization using the collinearity theorem and scaling method. *Struct Multidisc Optim* 22, 2001. P. 208–218. <https://doi.org/10.1007/s001580100138>
19. Mohebalizadehgashti, F., Zolfagharinia, H., & Amin, S. H. (2019). Designing a Green Meat Supply Chain Network: A Multi-objective Approach. *International Journal of Production Economics*. doi:10.1016/j.ijpe.2019.07.007

20. Nyoman Gunantara Qingsong Ai (Reviewing editor) A review of multi-objective optimization: Methods and its applications. *Cogent Engineering*. 2018. 5:1, DOI: [10.1080/23311916.2018.1502242](https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1502242)
21. Yunfei Jia, Zhaohui Zhang, Zejun He, Panpan Zhu, Yibei Zhang, Tianhua Sun Production Efficiency Prediction of Pig Breeding Industry by Optimized LSTM Computer Algorithm under Environmental Regulation. *Scientific Programming*. vol. 2021. Article ID 3074167, 12 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/3074167>
22. Petchrompo S., Coit D.W., Brintrup A., Wannakrairot A., Parlikad A.K. A review of Pareto pruning methods for multi-objective optimization. *Computers and Industrial Engineering*. 2022. 167, art. no. 108022 <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108022>
23. Czajkowski, M., Kretowski, M. A multi-objective evolutionary approach to Pareto-optimal model trees. 2019. *Soft Compu.* 23, 1423–1437 p. <https://doi.org/10.1007/s00500-018-3646-3>
24. Groot, J. C. J., Oomen, G. J. M., & Rossing, W. A. H. Multi-objective optimization and design of farming systems. 2012. *Agricultural Systems*, 110, 63–77. doi:10.1016/j.agsy.2012.03.012
25. Tamaki H., Kita H. and Kobayashi S. Multi-objective optimization by genetic algorithms: a review. *Proceedings of IEEE International Conference on Evolutionary Computation*, Nagoya, Japan, 1996, pp. 517-522, doi: 10.1109/ICEC.1996.542653.
26. Germán Giner Santonja, Konstantinos Georgitzikis, Bianca Maria Scalet, Paolo Montobbio, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485

Maria Pushkina,

junior researcher at the laboratory of innovative technologies and experimental livestock facilities

Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Poltava, Ukraine

ORCID ID 0000-0001-5705-2977

e-mail: azulaniakris@gmail.com

MULTICRITERIA OPTIMISATION OF PORK PRODUCTION TECHNOLOGY ON MEDIUM-SIZED FARMS

Abstract

The development of scientific and technological progress in the field of pig production is inextricably linked to the continuous improvement of technological equipment, space-planning solutions for industrial buildings and farm development. Large-scale farms and complexes are being built to improve the forms and methods of pig production around the world. In order to choose the most rational option for certain conditions, it is necessary to apply criteria by which to compare the options under consideration. The right list of criteria plays a significant role in choosing the best solution. A large number of different technologies with a wide variety of technological means requires the availability and use of evaluation criteria that can be used to assess and select the most efficient technologies and the most rational design and technological solutions for pig farms. While standard designs can be used for the construction of new pig farms and complexes, the reconstruction and modernisation of existing ones requires a personal approach to designing in accordance with the terms of reference. The selection of a project for further financing takes place in several stages. The relevance of the benchmarking tasks, as well as the selection, is determined at the preliminary stage by considering a fairly wide range of project alternatives (or projects themselves). Moreover, their detailed analysis can lead to significant expenditure of resources and time. If several investment projects have been formed, and each of

them meets the requirements in terms of its financial and economic indicators (the final stage of investment research), it is also necessary to solve the problem of their comparative analysis, which is associated with the selection of one best project (option) or some combination of them for further implementation. If several best projects are to be selected from the portfolio, the total amount of financing, taking into account the investor's capabilities, can be determined by applying the Pareto selection rule. According to this rule, the best option would be the one that would be no worse than the first one in all respects, and at the same time at least one indicator better than it. The efficiency of the developed space-planning solutions was assessed using mathematical methods of multi-criteria optimisation. The following evaluation criteria were applied: the cost of the area intended for meat production; the use of production area per average pig; and the workload of the machine part of the pigsty. The criteria for payment for the area intended for meat production, the use of the amount of production area per average annual pig, the use of the machine (useful) area of the pigsty and specific labour costs for projects for 168, 200 and 200 main sows were calculated. Based on the data obtained, it was found that the most efficient from both technological and economic points of view is the first project of a pig farm designed for 200 main sows.

Keywords: *technology, space-planning solution, project, evaluation criteria, efficiency, pig breeding, pigs.*

Reference

1. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannya. Svyars'ki pidpryyemstva (kompleksy, fermi, mali fermi): VNTP-APK-02.05. [Departmental standards for technological design. Pig enterprises (complexes, farms, small farms): VNTP-APK-02.05.] Kyiv: Ministry of Agrarian Policy, 2005. 98 p.
2. Voloshchuk V.M. Teoretychne obgruntuvannya i stvorennia konkurentospromozhnykh tekhnolohiy vyrobnytstva svynyny: monohrafiya. [Theoretical justification and creation of competitive pork production technologies: monograph.] Poltava: LLC "Techservice Company", 2012. 350 p.
3. Voloshchuk V. M., Smyslov S. YU., Pidtereba O. I. Ks'oniz I. M. Ob'yemno-planuvani ta tekhnolohichni rishennia rekonstruktsiyi prymyshchen' pry perevedenni svynarstva na potokovu systemu vyrobnytstva [Volumetric planning and technological solutions for the reconstruction of premises when transferring pig farming to a flow production system] PIG BREEDING. 2017. Vol. 70. P. 11–19.
4. Voloshchuk V.M. Teoretychne obgruntuvannya i stvorennia konkurentospromozhnykh tekhnolohiy vyrobnytstva svynyny [Theoretical substantiation and creation of competitive pork production technologies] Manuscript. Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. Kherson, 2009.
5. Lykhach V.YA. Obgruntuvannya, rozrobka ta vprovadzhennia intensyvno-tekhnolohichnykh rishen' u svynarstvi [Justification, development and implementation of intensive technological solutions in pig farming]: Dissertation ... Doctor of Agricultural Sciences: 06.02.04 / Mykolaiv National Agrarian University. Mykolaiv, 2015. 478 p
6. Pidtereba O. I., Smyslov S. YU., Sokyrko M. P. Efektyvnist' novykh tekhnolohichnykh rishen' pry rekonstruktsiyi svynars'kykh plemynnykh ferm. [Effectiveness of new technological solutions in the reconstruction of pig breeding farms] Collection of scientific works of Podolsk State Agrarian and Technical University. Kamianets-Podilskyi, 2013. Issue 21. PP. 221–222. (Series "Technology of production and processing of livestock products").
7. Obgruntuvannya, rozrobka ta vprovadzhennia intensyvno-tekhnolohichnykh rishen' u svynarstvi : monohrafiya [Justification, development and implementation of intensive technological solutions in pig farming: monograph] / V. Ya. Lykhach. Mykolaiv: MNAU, 2016. 227 p. ISBN 978-617-7149-20-9
8. Osoblyvosti proektuvannya svynofarm v suchasnykh umovakh [Features of designing pig farms in modern conditions] / V. Yu. Dudin [et al.]. Bulletin of the Kharkiv National Technical

University of Agriculture named after Petro Vasylenko. Kharkiv, 2013. Issue 132: Technical systems and technologies of livestock farming. P. 365-371.

9. Ivchenko R.A., Kupin A.I. Doslidzhennya metodiv bahatokryterial'noyi optymizatsiyi dlya vyboru obladnannya abo detaley na vyrobnytstvi. [Research of multi-criteria optimization methods for the selection of equipment or parts in production.] Scientific notes of the V.I. Vernadsky TNU. Series: Technical Sciences. Informatics, Computer Engineering and Automation. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.1-1/11>

10. Radchenko V.I. Tekhnolohiya - nauka pro vyrobnytstvo svynyny. Tekhnolohiya vyrobnytstva produktsiyi svynarstva. [Technology - the science of pork production. Technology of pig production.] Khomutetsk VTK PDAA, 2017. URL: <http://svinarstvohvbk.blogspot.com/2017/03/3.html>

11. Teslyuk V.M., Zaharyuk R.V. Metody bahatokryterial'noyi optymizatsiyi: CH.1. Konspekt lektsiy z kursu – Metody bahatokryterial'noyi optymizatsiyi dlya studentiv spetsial'nosti 8.05010103 – Systemne proektuvannya. [Multi-criteria optimization methods: Part 1. Lecture notes for the course – Multi-criteria optimization methods for students of the specialty 8.05010103. System design] Lviv: Publishing House of the National University – Lviv Polytechnic, 2012. – 64 p.

12. Dodgson J. S., Spackman M., Pearman A., & Phillips L. D. (2009). *Multi-criteria analysis: A manual*. London: Department for Communities and Local Government.

13. Ekonomiko-matematychne modelyuvannya v sil's'komu hospodarstvi: navch. posibnyk [Economic and mathematical modeling in agriculture: a textbook] / N. K. Vasilyeva. Dnipropetrovsk: Bila K. O., 2015. 155 p.

14. Lene Juul Pedersen, Chapter 1 - Overview of commercial pig production systems and their main welfare challenges, Editor(s): Marek Špinka, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Advances in Pig Welfare, Woodhead Publishing, 2018, Pages 3-25, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101012-9.00001-0>.

15. Tekhnolohiya vyrobnytstva i pererobky produktsiyi svynarstva: navchal'nyy posibnyk [Technology of production and processing of pig products: a training manual] / M. Povod, O. Bondarska, V. Lykhach, S. Zhyzhka, V. Nechmilov and others. Kyiv: Scientific Methodological Center of the VFPO, 2021. 360 p.

16. Alex A. Freitas. 2004. A critical review of multi-objective optimization in data mining: a position paper. SIGKDD Explor. Newsl. 6, 2 (December 2004), 77–86. <https://doi.org/10.1145/1046456.1046467>

17. Florence Garcia-Launay, Cécile Crolard, E. Teisseire, Mohsen Davoudkhani, Joël Aubin. Multiobjective feed formulation for pig: methodological approach and application. 70. Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), Aug 2019, Gand, Belgium. Wageningen Academic Publishers, Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 25, 2019, Annual Meeting of the European Association for Animal Production. (hal-02306201)

18. Kasprzak, E., Lewis, K. Pareto analysis in multiobjective optimization using the collinearity theorem and scaling method. *Struct Multidisc Optim* 22, 208–218 (2001). <https://doi.org/10.1007/s001580100138>

19. Mohebalizadehgashti, F., Zolfagharinia, H., & Amin, S. H. (2019). Designing a Green Meat Supply Chain Network: A Multi-objective Approach. *International Journal of Production Economics*. doi:10.1016/j.ijpe.2019.07.007

20. Nyoman Gunantara Qingsong Ai (Reviewing editor) (2018) A review of multi-objective optimization: Methods and its applications, *Cogent Engineering*, 5:1, DOI: [10.1080/23311916.2018.1502242](https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1502242)

21. Yunfei Jia, Zhaohui Zhang, Zejun He, Panpan Zhu, Yibei Zhang, Tianhua Sun, "Production Efficiency Prediction of Pig Breeding Industry by Optimized LSTM Computer Algorithm under Environmental Regulation", *Scientific Programming*, vol. 2021, Article ID 3074167, 12 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/3074167>

22. A review of Pareto pruning methods for multi-objective optimization Petchrompo S., Coit D.W., Brintrup A., Wannakrairot A., Parlikad A.K. (2022) *Computers and Industrial Engineering*, 167, art. no. 108022 <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108022>.
23. Czajkowski, M., Kretowski, M. (2019). A multi-objective evolutionary approach to Pareto-optimal model trees. *Soft Computing*. Vol. 23, pp. 1423–1437. <https://doi.org/10.1007/s00500-018-3646-3>
24. Groot, J. C. J., Oomen, G. J. M., & Rossing, W. A. H. (2012). Multi-objective optimization and design of farming systems. *Agricultural Systems*, 110, 63–77. doi:10.1016/j.agsy.2012.03.012
25. Tamaki H., Kita H. and Kobayashi S., "Multi-objective optimization by genetic algorithms: a review," Proceedings of IEEE International Conference on Evolutionary Computation, Nagoya, Japan, 1996, pp. 517-522, doi: 10.1109/ICEC.1996.542653.
26. Germán Giner Santonja, Konstantinos Georgitzikis, Bianca Maria Scalet, Paolo Montobbio, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho; Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485

Стаття надійшла до редакції 14 червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 19 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.15

УДК 636.2.085.55

Ігор Різничук,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри генетики, розведення та годівлі сільськогосподарських тварин

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID 0000-0002-9614-8557

email: igor-riznychuk@ukr.net

Оксана Шевченко,

Кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри генетики, розведення та годівлі сільськогосподарських тварин

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID 0000-0002-6747-5487

email: sksena76@gmail.com

Олена Кишлалі,

асистент кафедри генетики, розведення та годівлі сільськогосподарських тварин

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID 0000-0002-0748-5093

email: kislalyalena@gmail.com

Євгенія Гурко,

асистент кафедри генетики, розведення та годівлі сільськогосподарських тварин

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID 0000-0003-2485-9963

email: gurkoievgenia@gmail.com

Богдан Паращук

Здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID 0009-0002-5231-4237

email: bogpar5@gmail.com

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ПЕРЕПЕЛІВ ВІКОМ 6 ТИЖНІВ І СТАРШІ

Анотація

Трав'яне борошно: штучно висушений та розмелений на частини до 3 мм корм із трав'яних рослин. Штучно висушений зелений корм заготовляють із молодих рослин бобових,

злаків, а також бобово-злакових травосумішок та використовують для згодовування тваринам у чистому вигляді або у складі кормових сумішей.

Сучасна технологія приготування трав'яного борошна включає в себе послідовність виконання наступних процесів: скошування трав, пров'ялювання до 35-40 % вологості, підбір валків з одночасним подрібненням зеленої маси на частки розміром 10-30 мм, транспортування, подача по транспортеру в барабан сушарки, висушування потоком гарячого повітря, подрібнення висушеної маси, охолодження, зберігання насипом або в гранулах, тарування.

У годівлі перепілок трав'яне борошно використовується як протеїновий корм, а також джерело надходження барвникових речовин, які впливають на інтенсивність забарвлення жовтка, надають жовтого забарвлення тушці, яка користується популярністю в споживача. До складу комбікормів для перепілок, починаючи з 5-тижневого віку, можна додавати трав'яне борошно із злакових трав, конюшини, люцерни, в кількості до 10 % за масою сухої речовини.

За результатами аналізу технологічного процесу виробництва комбікормів для дорослих перепелів проведено його удосконалення шляхом включення до складу кормової суміші трав'яного борошна, в кількості 5 % за масою або 50 кг на 1 тону виготовленого корму.

Компоненти в складі кормової суміші розподілені в такому співвідношенні: дерть пшенична – 28 %, дерть ячмінна (без плівок) – 10, дерть кукурудзяна – 20, макуха соєва високопротеїнова - 25, трав'яне борошно – 5, білково-вітамінна добавка для дорослих перепелів – 5, борошно вапнякове – 5 і соняшникова олія 2 %. За поживністю та фізичною формою рекомендована кормова суміш відповідає віковій групі та природі даного виду тварин, характеризується високою конверсією в яєчну продуктивність перепілок.

З метою підвищення поживності, забезпечення інтенсивного, рівномірного забарвлення жовтка яєць, запропоновано використовувати в складі комбікормів для перепелів трав'яне борошно, що відповідає вимогам державного стандарту на корми трав'яні штучно висушені.

Ключові слова: перепілки, корми, кормові суміші, комбікорми, трав'яне борошно.

Вступ. Годівля, яка займає левову частку у структурі собівартості одиниці продукції, відіграє важливу роль у технології виробництва продуктів, як тваринництва, так і птиківництва різних видів [2, 21], проте цей процес потребує постійних інновацій у тому, або іншому питанні задля досягнення поставленої виробничої мети різного характеру [19, 22, 23, 25].

Економічна ефективність годівлі перепелів зумовлюється тим, що витрати на корми становлять 50–80 % у структурі собівартості продукції птахівництва. Дещо нижчі показники характерні для виробництва яєць, тоді як значно вищі – для вирощування перепелят-бройлерів [21].

У цьому контексті важливого значення набуває удосконалення рецептур комбікормів для перепелів, зокрема підвищення їхньої якості, відповідності біологічним потребам птиці та зниження витрат корму на одиницю продукції.

Останнім часом у виробників, що спеціалізуються на виробництві продукції перепелівництва, зростає інтерес до використання трав'яного борошна як необхідного інгредієнту раціону. Відомо, що включення саме цього інгредієнта до кормових сумішей позитивно впливає на продуктивність птиці. Особливо актуальним воно є при обмеженій годівлі ремонтного молодняку, коли необхідно знизити поживність раціону без зменшення його фізичного

об'єму. Це сприяє отриманню високоякісної, як яєчної, так і м'ясної продукції з належними споживчими властивостями [11].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Трав'яне борошно – штучно висушений та розмелений на частини до 3 мм корм із трав'яних рослин різного походження, проте найкращий варіант із бобових трав. Штучно висушений зелений корм заготовляють переважно з молодих рослин бобових і злакових культур, а також зі змішаних бобово-злакових травосумішок. Його застосовують у чистому вигляді або як компонент комбінованих кормових сумішей [2, 4, 17].

Сучасна технологія виробництва трав'яного борошна передбачає послідовне виконання таких операцій: скошування трав, їх пров'ялювання до вологості 35–40 %, підбір валків із одночасним подрібненням зеленої маси до фракцій 10–30 мм, транспортування, подачу в барабан сушарки, висушування потоком гарячого повітря, подальше подрібнення, охолодження, зберігання у розсипному вигляді або у гранулах, а також пакування [1, 7].

У раціонах перепелів трав'яне борошно використовується як протеїновий компонент, а також як джерело пігментів, що впливають на інтенсивність забарвлення жовтка й надають тушкам характерного жовтого відтінку, який має високий попит серед споживачів. Починаючи з 5-тижневого віку, до складу комбікормів для перепелів доцільно включати трав'яне борошно із злакових культур, конюшини або люцерни в кількості до 10 % за масою сухої речовини.

Рівень споживання корму перепелами визначається його рівнем концентрації енергії та живою масою птиці. Зокрема, зі зростанням вмісту енергії у кормовій суміші відмічається тенденція до зменшення її споживання. У практиці птахівництва застосовуються раціони з різним рівнем енергії, при цьому головним завданням є оптимальне узгодження концентрації поживних речовин із енергетичною цінністю комбікорму з метою забезпечення належних темпів росту перепелів. Одним із підходів до реалізації цього принципу є використання трав'яного борошна як складового компонента обмеженої годівлі ремонтного молодняку у віці 5–6 тижнів.

Метаболічні процеси в організмі перепелів тісно залежать від рівня обмінної енергії та сирого протеїну в комбікормах, а також від їх співвідношення. У разі дефіциту енергії протеїн корму використовується для покриття енергетичних потреб організму, що супроводжується зниженням ефективності його використання та зростанням витрат корму на одиницю продукції. Натомість надлишок обмінної енергії спричиняє надмірне відкладення жиру, що негативно позначається на рості ремонтного молодняку і знижує рівень яєчної продуктивності у перепелів-несучок [24].

Протеїнове живлення перепелів зумовлене їх потребою в сирому протеїні та незамінних амінокислотах, необхідних для підтримання фізіологічних процесів та синтезу продукції. У молодняку ця потреба залежить від віку, живої маси, приростів, тоді як у дорослих перепелів – показниками яєчної продуктивності, масою яєць та амінокислотним складом протеїну яйця [12, 14, 16].

Забезпеченість птиці амінокислотами значною мірою визначається їх біологічною доступністю, тобто ступенем засвоєння та використання в організмі [16]. Обмінні процеси в організмі перепелів залежать від рівня годівлі, а саме від забезпечення енергією та поживними речовинами. У практиці птахівництва оцінювання рівня годівлі здійснюють за кількісним співвідношенням поживних речовин до 1 МДж обмінної енергії, зокрема за показником вмісту сирого протеїну та лізину у перерахунку на одиницю енергії (г/МДж) [3, 15].

Ключовим чинником продуктивності перепелів є рівень протеїнового забезпечення, причому визначальним виступає не лише його кількість, але й якість, що зумовлюється концентрацією та збалансованістю амінокислот у складі раціону [13, 15].

Протеїни є високомолекулярними органічними сполуками, які формуються з амінокислот. Основним джерелом надходження амінокислот в організм птиці є корми. Частина амінокислот може синтезуватися в організмі шляхом метаболічних процесів, зокрема через переамінування – перенесення аміногрупи на кислоту. Водночас низка амінокислот не синтезується і повинна надходити лише з кормом, тому вони визначаються як незамінні. До таких амінокислот належать: лізин, метіонін, треонін, триптофан, ізолейцин, лейцин, гістидин, фенілаланін, валін та аргінін [8].

У практиці протеїнового живлення окремі незамінні амінокислоти розглядають разом із замінними, що утворюються виключно шляхом їх синтезу: метіонін + цистин (оскільки цистин утворюється з метіоніну), а також фенілаланін + тирозин (тирозин синтезується з фенілаланіну) [13].

З огляду на вищезначене, ефективність використання трав'яного борошна залежить від кормової якості сировини, вибору оптимального рівня введення до складу комбікорму, підвищення повноцінності раціонів для птиці.

Таким чином, розробка рецептів кормових сумішей для перепелів різних виробничих груп, з включенням до їх складу трав'яного борошна, має практичне значення, є актуальним у системі удосконалення технології виробництва кормів та організації повноцінної годівлі птиці.

Мета – розробити рецепти кормових сумішей для перепелів віком 6 тижнів і старші. Матеріалом досліджень був технологічний процес виробництва та використання комбікормів у раціонах годівлі дорослих перепелів м'ясо-яєчного напрямку продуктивності.

Дослідження проведені за матеріалами виробничої діяльності ФОП Різничук І. Ф. Одеського району Одеської області. Методи досліджень: загальноприйняті зоотехнічні, технологічні, аналітичні з дотриманням загальноприйнятих методик досліджень у годівлі та правил поведінки з тваринами [5, 6, 9, 10, 18, 20].

Виклад основного матеріалу дослідження. Основними кормовими матеріалами для виготовлення повнораціонних комбікормів для перепелів в умовах підприємства є зерно злакових (кукурудза, пшениця, ячмінь) та макуха соєва (табл. 1).

Вміст поживних речовин у кормах для перепелів, %

Корм	Вміст т вологи	ОЕ в 100 г корму		Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	Лізин	Метіонін	Триптофан	Метіонін+цистин	Кальцій	Фосфор	Натрій
		ккал	МДж										
Кукурудза	13	330	1,382	9,0	4,0	2,2	0,28	0,16	0,08	0,27	0,03	0,25	0,03
Пшениця	13	295	1,236	11,5	2,2	2,7	0,30	0,16	0,15	0,34	0,04	0,03	0,02
Ячмінь без плівок	12	305	1,278	12,2	2,9	2,2	0,45	0,20	0,17	0,40	0,07	0,35	0,04
Соєва макуха	9,0	315	1,319	35,6	5,8	7,3	2,26	0,45	0,55	0,94	0,42	0,63	0,04

Способи та технології підвищення поживності зернових кормів.

Зернові корми – основний компонент енергії та протеїну в кормах для перепелів.

З іншої сторони, його не можна вважати повнораціонним кормом для птиці, а лише як цінну сировину для приготування комбікормів, які здатні максимально задовольнити потребу птиці в доступній енергії, поживних та нормованих біологічно активних речовинах [11].

Для кращого засвоєння поживних речовин та підвищення ефективності використання комбікормів в умовах підприємства застосовують сучасні способи підвищення поживної цінності використовуваних зернових кормів. Основними способами підвищення поживної цінності зернових кормів на підприємстві є наступні: подрібнення зерна, лушення плівчастих культур, використання необхідних ферментних препаратів.

Подрібнення зерна. Процес подрібнення є найбільш ефективним способом зміни не лише фізико-біохімічних, але й біохімічних властивостей зерна.

Ступінь (величина помелу) подрібнення зерна регламентується відповідним рецептом комбікорму та забезпечується встановленням у дробарці решіт з отворами: за дрібного помелу – 0,2-1 мм, середньому – 1-1,8 мм і крупному – 1,8-2,6 мм.

Основна мета технології подрібнення – отримання однорідного за якістю продукту, однорідного за крупністю і щільністю помелу.

Лушення зерна. Квіткові плівки ячменю виділяють двома способами:

- зерно подрібнюють з наступним відсіюванням оболонок;
- зерно обрушують на спеціальних машинах з подальшим повітряним відсіюванням оболонок.

В умовах підприємства відділення плівок ячменю проводять за допомогою шелушильно-шліфувального обладнання.

Використання ферментних препаратів. В організмі перепелів не синтезуються ферменти, що здатні розщеплювати в організмі некрохмалисті полісахариди, які містяться в зерні злакових культур. Ферментні препарати, які

призначені для зниження негативного впливу антипоживних речовин зернових кормів включають у себе комплекс ферментів, здатних розщеплювати наступні некрохмалисті полісахариди: пептиназу, целюлазу, ксиланазу, бета-глюканазу, а також у додатковій мірі амілазу, протеази та інші важкодоступні компоненти корми.

Ферментні комплекси, розщеплюючи важкоперетравні полімерні інгредієнти корму на більш дрібні фрагменти, зменшують негативний вплив на організм перепелів та підвищують поживну цінність кормів рослинного походження до 10 %, що дає можливість найбільш ефективно використовувати в комбікормах зерно кукурудзи, пшениці та ячменю.

Введення ферментних препаратів до складу комбікормів для перепелів в умовах підприємства відбувається за рахунок використання комплексних преміксів. До складу преміксів входить препарати з фітазною активністю, які руйнуючи фітинові комплекси, збільшують доступність фосфору до 70 %.

Характеристика повнораціонних комбікормів для перепілок у віці 6 тижнів і старших наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Норми вмісту поживних речовин у комбікормах для дорослих перепелів, %

Показники	Параметри
Вологість, не більше	13
Обмінна енергія: МДж / ккал	12,1 / 290
Сирий протеїн, не менше	21,0
Сира клітковина, не більше	5,0
Сира олія та жири, не менше	5,0
Лізін, не менше	1,05
Метіонін, не менше	0,44
Метіонін+цистин, не менше	0,74
Кальцій, %, не менше	2,8
Фосфор, не менше	0,8
Натрій, не більше	0,5

Склад, поживність повнораціонного комбікорму для перепелів

У залежності від системи утримання, чисельності поголів'я птиці, розвитку кормової бази підприємства застосовують різні способи годівлі. Це може бути використання промислових заводських комбікормів або кормових сумішей на основі своїх компонентів із балансуєчими добавками.

При згодовуванні повнораціонних комбікормів перепели в достатній кількості одержують усі необхідні поживні сполуки, якщо виготовлений комбікорм розрахований на одержання відповідної яєчної продуктивності. Із зміною яєчної продуктивності коректується потреба перепелів у поживних речовинах. Так, при зниженні несучості до 70 % повинна бути зменшена концентрація доступної енергії і сирого протеїну в кормі або відповідно зменшена кількість добової даванки кормової суміші.

Склад комбікорму для дорослих перепілок наведено в таблиці 3.

Склад повнораціонального розсипного комбікорму для перепілок у віці 6 тижнів та старших

Показники	Склад комбікорму	
	%	кг
Пшениця (дерть)	33	330
Ячмінь без плівок (дерть)	10	100
Кукурудза (дерть)	20	200
Макуха соєва високопротеїнова	25	250
Білково-вітамінна добавка для дорослих перепелів 5 % «Годівля Нова»	5	50
Борошно вапнякове (фракція 1-3 мм)	5	50
Рослинна олія, фуз олійний	2	20
Разом	100	1000

Згідно даних до складу повнораціонального розсипного комбікорму для перепелів віком 6 тижнів та старших, входять такі корми як подрібнене зерно пшениці (дерть) – 35 % (350 кг/тонну комбікорму), ячменю – 10 % (100 кг), кукурудзи – 20 % (200 кг), макуха соєва високопротеїнова – 25 % (250 кг), концентрат для перепелів 5 % (50 кг), борошно вапнякове (фракція 1-3 мм) – 5 % (50 кг), рослинна олія (20 кг/тонну комбікорму).

Технологічний процес виготовлення повнораціональної кормової суміші для дорослих перепелів складається із поступового завантаження у приймальний пластиковий контейнер злакових зернових кормів, протеїнових концентратів, подальшу автоматизовану подачу підготовленої сировини дозатором з пластикового контейнера в дробарку молоткового типу (середній модуль помелу зернових кормів: 1,0-1,8 мм), з дробарки аспіраційне транспортування у змішувач ємністю 2 тони, завантаження у змішувач білково-вітамінного концентрату, мінеральних кормів (борошна вапнякового), відповідної кількості рослинних жирів, змішування компонентів (інгредієнтів) раціону, їх автоматизоване вивантаження у контейнер, фасування отриманого повнораціонального корму в фірмові поліетиленові або паперові мішки.

Поживність 1 кг повнораціонального комбікорму для дорослих перепелів представлено в таблиці 4. Згідно наведених даних поживність 1 кг повнораціонального комбікорму для перепелів виражається показниками: суха речовина – 870 г, обмінна енергія – 12,1 МДж, сирий протеїн – 210 г, сира клітковина – 50 г, сира олія та жири – 50 г, лізин – 10 г, метіонін+цистин – 7,4 г, сира зола – 120 г, кальцій – 28 г, натрій – 5 г, фосфор – 8 г.

Комбікорм для перепелів збалансований за вмістом обмінної (доступної) енергії, нормованих мінеральних речовин і вітамінів, містить у своєму складі відповідні ферменти, адсорбент мікотоксинів, які входять до складу 5 % концентрату «Годівля Нова».

Відомо, що концентратами називають попередні суміші, які вводять до складу повноцінних кормів у кількості від 5 до 25, інколи до 40 %.

Прогноз ефективності годівлі потребує норми і аналіз раціону (табл. 5).

Таблиця 4

Поживність 1 кг комбікорму для перепілок у віці 6 тижнів і >

Показники	Одиниці виміру	Параметри комбікорму
Маса корму	кг	1
Суша речовина / не менше	г	870
Обмінна енергія / не менше	МДж	12,1
Сирий протеїн / не менше	г	210
Сира клітковина / не більше	г	50
Сира олія та жири / не менше	г	50
Лізін / не менше	г	10
Метіонін+цистин / не менше	г	7,4
Метіонін / не менше	г	4,4
Сира зола / не більше	г	120
Кальцій / не менше	г	28
Натрій / не більше	г	5
Фосфор / не менше	г	8
Мікроелементи, вітаміни, ферменти, пребіотик, адсорбент	-	+

Таблиця 5

Аналіз 1 кг повнораціонного комбікорму перепелів

Показники	Одиниці	Параметри
Рівень годівлі (кількість сирого протеїну комбікорму на 1 МДж обмінної енергії)	г/МДж	17
Концентрація лізину в сирому протеїні комбікорму	%	4,8
Концентрація метіонін+цистину в сирому протеїні комбікорму	%	3,5
Співвідношення метіонін+цистину до лізину комбікорму	%	74
Відношення кальцію до фосфору	:	3,5:1

З аналізу табличних даних є зрозумілим, що рівень годівлі в комбікормі для перепелів складає 17 г сирого протеїну на 1 МДж доступної енергії, концентрація загального лізину в сирому протеїні – 4,8 %, концентрація загального метіонін+цистину в сирому протеїні – 3,5 %, співвідношення загального метіонін+цистину до загального лізину – 74 %, відношення загального кальцію до фосфору 3,5 : 1.

Виробництво повнораціонних комбікормів для дорослих перепелів умовах господарства проводиться на основі вироблених концентратів або БВД для даної виробничої групи птиці (табл. 6). Згідно наведених даних поживність 1 кг концентрату для дорослих перепелів виражається означеними параметрами поживності: суха речовина – 900 г, обмінна (доступна) енергія – 4,5 МДж, сирий протеїн – 170 г, сира клітковина – 20 г, сирий жир – 15 г, загальний лізін – 26 г, загальний метіонін+цистин – 43 г, загальний треонін – 24 г, сира зола 600 г, загальний кальцій – 140 г, загальний натрій – 28 г, загальний фосфор – 47 г.

Концентрат для перепелів містить також нормовані мікроелементи, нормовані вітаміни, а також ферменти, пребіотик, адсорбент.

Поживність 1 кг білково-вітамінної добавки для дорослих перепелів

Показники	Одиниці виміру	Параметри комбікорму
Маса корму	кг	1
Суша речовина / не менше	г	900
Обмінна енергія / не менше	МДж	4,5
Сирий протеїн / не менше	г	170
Сира клітковина / не більше	г	20,0
Сира олія та жири / не менше	г	15,0
Лізин / не менше	г	26,0
Метіонін+цистин / не менше	г	43,0
Сира зола / не більше	г	600
Кальцій / не менше	г	140
Натрій / не більше	г	28,0
Фосфор / не менше	г	47,0
Мікроелементи, вітаміни, ферменти, пребіотик, адсорбент	-	+

До складу білково-вітамінної добавки для перепелів входять рослинні протеїнові концентрати, незамінні амінокислоти: лізин, метіонін, треонін, сода харчова, сіль кухонна, кормові фосфати, вапняк кормовий, сорбент, пребіотик, премікс.

Виробництво концентратів для різних виробничих груп птиці в умовах підприємства проводиться на основі 0,5 % попередніх сумішей – преміксів.

Премікс – це однорідна суміш подрібнених до необхідної величини біологічно активних речовин з наповнювачем, виготовлена за науково обґрунтованими рецептами. Премікси входять до складу концентратів, комбікормів-концентратів та кормових сумішей.

Премікс для перепелів містить нормовані жиророзчинні та водорозчинні вітаміни, нормовані мікроелементи (залізо, мідь, марганець, кобальт, цинк, йод, селен, молібден), комплекс ферментних препаратів, антиоксидант, адсорбент, кальцій, магній.

Норма введення комплексного преміксу до складу повнораціонних комбікормів для птиці 0,5 % або 5 кг/тонну готового корму.

Удосконалення технології виробництва комбінованих кормів для перепілок у віці 6 тижнів і старших. За результатами проведеного аналізу технологічного процесу виробництва комбікормів для дорослих перепелів, нами проведено його удосконалення шляхом включення до складу кормової суміші трав'яного борошна, в кількості 5 % за масою або 50 кг на 1 тону виготовленого корму (табл. 7).

Таким чином, компоненти в складі кормової суміші розподілені в такому співвідношенні: дерть пшенична – 28 %, дерть ячмінна (без плівок) – 10, дерть кукурудзяна – 20, макуха соєва високопротеїнова – 25, трав'яне борошно – 5, білково-вітамінна добавка для дорослих перепелів – 5, борошно вапнякове – 5 і соняшникова олія 2 %. За поживністю та фізичною формою рекомендована

кормова суміш відповідає віковій групі та природі даного виду тварин, характеризується високою конверсією в яєчну продуктивність перепілок.

Таблиця 7

Склад удосконаленого комбікорму для перепілок у віці 6 тижнів і >

Показники	Склад комбікорму	
	%	кг
Пшениця / дерть	28	280
Ячмінь без плівок / дерть	10	100
Кукурудза / дерть	20	200
Макуха соєва / ВП	25	250
Трав'яне борошно	5	50
Білково-вітамінна добавка (БВД) для дорослих перепелів 5 % «Годівля Нова»	5	50
Борошно вапнякове / фракція 1-3 мм	5	50
Рослинна олія / фуз олійний	2	20
Разом	100	1000

Відомо, що використання трав'яного борошна забезпечує підвищення повноцінності кормових сумішей для птиці, відповідає природі тварин, складає позитивне сприйняття споживачів до якості виробленої продукції.

Колір жовтка яєць і шкіри курей залежить від барвникових речовин у спожитому кормі. На забарвлення жовтка впливають, у першу чергу, каротиноїди, які містяться у свіжій траві, трав'яному борошні, солодкому перці.

Позитивний вплив на пігментацію жовтка і шкіри надає підвищений вміст у кормі жиру, а також вітамінів А, Е та антиоксидантів, оскільки ці речовини зменшують розпад барвникових речовин у період зберігання корму.

З огляду на вищезначене, з метою підвищення поживності та забезпечення інтенсивного та рівномірного забарвлення жовтка яєць, пропонуємо використовувати в складі комбікормів для перепелів трав'яного борошна, що відповідає вимогам державного стандарту на корми трав'яні штучно висушені.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Введення трав'яного борошна до складу комбікормів для перепелів підвищує повноцінність раціонів, забезпечує високу якість одержаної продукції, як джерело надходження барвникових речовин, які впливають на інтенсивність забарвлення жовтка, надають жовтого забарвлення тушці, які користується підвищеним попитом у споживача.

Перспективи подальших досліджень полягають в розробці технологічного процесу виробництва та використання кормових сумішей з використанням трав'яного борошна в раціонах годівлі перепелів різних виробничих груп.

Список використаної літератури

- 1.Бабенко С., Титарьова О. Сіно з люцерни: переваги та недоліки. Тваринництво Ветеринарія. 2019. № 12. С. 52-54.
- 2.Біологія продуктивності сільськогосподарських тварин: навч. посіб. / Р. Л. Сусол та ін. Одеса:/ Бондаренко М. О., 2019. 280 с.
- 3.ДСТУ 4120:2002. Комбікорми повнораціональні для сільськогосподарської птиці. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 38 с.
- 4.ДСТУ 4685:2006. Корми трав'яні штучно висушені. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 14 с.
- 5.Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / за ред. В. В. Влізла. Львів: СПОЛОМ, 2012. 764 с.
- 6.Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: навчальний посібник/ О. І. Соболев, Недашківський В. М., Р. А. Петришак та ін.; за заг. ред. О. І. Соболева. Біла Церква. 2022. С. 256 с.
- 7.Мілімонка Андреас. Що може люцерна і як забезпечити успіх вирощування на наступні роки. *Agroexpert*. 2020. № 6 (143). С. 100-101.
- 8.Норми годівлі, раціони і поживність кормів для різних видів с.-г. тварин: довідник / Г. В. Проваторов, В. І. Ладика, Л. В. Бондарчук та ін. Суми.: ТОВ «ВТД «Унів-ка книга», 2007. 488 с.
- 9.Порядок проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах : Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 1 березня 2012 р. № 249 [Електронний ресурс]. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text> (дата звернення 22.05.2025).
10. Про захист тварин від жорстокого поводження : Закон України від 21 лютого 2006 р. № 3447-IV // Відомості Верховної Ради України, 2006. № 27. 230 с. [Електронний ресурс]. URL : <https://www.president.gov.ua/documents/3447-iv-3976> (дата звернення 22.05.2025).
11. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці / Ю. О. Рябоконт та ін. Інститут тваринництва УААН. Бірки, 2005. 101 с.
12. Різничук І., Безалтична О., Гарбар А. Особливості протеїнового живлення перепелів. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2022. Випуск 104. С. 88-93.
13. Різничук І., Гарбар А. Вплив концентрації лізину та співвідношення метіоніну і треоніну в складі кормів раціону на продуктивні якості перепелів у віці 1-4 тижнів. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2025. № 114. С.128-139.
14. Різничук І., Гарбар А. Обґрунтування норм годівлі перепелів за вмістом лізину, метіоніну та треоніну. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2022. Випуск 105. С. 77-84.
15. Різничук І., Гарбар А. Особливості визначення рівня годівлі різних виробничих груп перепелів за співвідношенням сирого протеїну і лізину до обмінної енергії. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2023. Випуск 107. С. 138-142.
16. Різничук І., Гарбар А. Потреба перепелів у амінокислотах. *Актуальні аспекти розвитку науки і освіти* : збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції НПП та молодих науковців, м. Одеса, 08-09 грудня 2022 р. Одеса : ОДАУ, 2022. С. 256-259.
17. Стандартизація у тваринництві / І. І. Ібатуллін та ін. Київ: Видавництво «Ліра-К», 2019. 548 с.
18. Стандарт організацій України. СОУ 01.24-37-537:2006 Виробництво м'яса перепелів. Технологічний процес. Основні параметри [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Мінагрополітики України, 2006. 19 с.
19. Сусол Р. Л., Стульник І. І. Технології виробництва яловичини через призму концепції сталого розвитку та благополуччя худоби. *Освіта і наука в умовах викликів і загроз. Внесок молодих вчених в сталий розвиток*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. НПП та молодих науковців, м. Київ, 21-22 листопада 2024 р., Київ : НУБіП, 2024. С. 312-313.

20. Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва: підручник для аспірантів / В. І. Ладика, Л. М. Хмельничий, М. Г. Повод та ін.; за заг. ред. В. І. Ладики, Л. М. Хмельничого. Одеса: Олді+, 2023. 244 с.
21. Технологія продукції молочного і м'ясного скотарства, свинарства та птахівництва/ С. Л. Войтенко, В. С. Тендітник, В. П. Бердник та ін.; за заг. ред. С. Л. Войтенко, В. С. Тендітника. Полтава: Дивосвіт, 2013. С 94-140.
22. Ясько В., Петренко С., Кірович Н., Сідашова, С. (2021). Інноваційні природні біостимулятори у виробництві курячих яєць без антибіотиків. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2021. Вип. 98. С. 122-128. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2021.98.20>
23. Ясько В., Кірович Н., Найдіч О. (2024). М'ясна продуктивність курчат-бройлерів залежно від режимів інкубації. *Аграрний вісник Причорномор'я*, 2024. Вип. 111. С. 121-127. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2024.111.22>
24. Effect of different energy, protein levels and their interaction on productive performance, egg quality, digestibility coefficient of laying Japanese quails. (2024). E. A. Ashour, M. Kamal, H. A.A. Altaie, A.A. Swelum, G. M. Suliman, G.Tellez-Isaias, .M. E. Abd El-Hack. *Poultry Science*. 103 (1): 103170. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103170>
25. Effect of phytogetic feed additives on egg quality and production potentialities of quails. (2025). G. Kour, N. Khan, R.K. Sharma, V. Mahajan, S.A. Khandi, A. Aït-Kaddour, A. E.-D. A. Bekhit, Z. F. Bhat. *Emerging Animal Species*. 13: 100057 <https://doi.org/10.1016/j.eas.2025.100057>

Ihor Riznychuk,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department
of Genetics, Breeding and Feeding of Farm Animals
Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-9614-8557
email: igor-riznychuk@ukr.net

Oksana Shevchenko,

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of
Genetics, Breeding and Feeding of Farm Animals
Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-6747-5487
email: sksena76@gmail.com

Olena Kyshlaly,

Assistant Professor of the Department of Genetics, Breeding and Feeding of Farm
Animals
Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-0748-5093
email: kislalyalena@gmail.com

Yevheniya Hurko,

Assistant Professor of the Department of Genetics, Breeding and Feeding of Farm Animals

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID ID 0000-0003-2485-9963

email: gurkoievgenia@gmail.com

Bohdan Parashchuk, Second (Master's) level higher education student

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID ID 0009-0002-5231-4237

email: bogpar5@gmail.com

IMPROVEMENT OF PRODUCTION TECHNOLOGY OF COMBINED FEED FOR QUAILS AGE 6 WEEKS AND OLDER

Abstract

Grass flour: artificially dried and ground into pieces up to 3 mm feed from grass plants. Artificially dried green feed is prepared from young legume plants, cereals, as well as legume-cereal grass mixtures and is used for feeding animals in pure form or as part of feed mixtures. The modern technology for preparing grass flour includes the sequence of the following processes: mowing grass, drying to 35-40 % moisture, selection of rolls with simultaneous grinding of green mass into particles of 10-30 mm in size, transportation, feeding by conveyor into the dryer drum, drying with a stream of hot air, grinding of the dried mass, cooling, storage in bulk or in granules, taring. In feeding quails, grass flour is used as a protein feed, as well as a source of coloring substances that affect the intensity of the yolk color, give the carcass a yellow color, which is popular with consumers. Grass flour from cereal grasses, clover, alfalfa, in an amount of up to 10% by weight of dry matter, can be added to the composition of compound feeds for quails, starting from 5 weeks of age. According to the results of the analysis of the technological process of producing compound feed for adult quails, it was improved by including grass flour in the feed mixture in the amount of 5% by weight or 50 kg per 1 ton of produced feed. The components in the feed mixture are distributed in the following ratio: wheat grits – 28 %, barley grits (without films) - 10, corn grits - 20, high-protein soybean cake - 25, grass flour - 5, protein and vitamin supplement for adult quails - 5, limestone flour - 5 and sunflower oil 2 %. In terms of nutritional value and physical form, the recommended feed mixture corresponds to the age group and nature of this species of animals, is characterized by high conversion into egg productivity of quails. In order to increase nutritional value and ensure an intense, uniform color of egg yolk, it is proposed to use grass flour in the composition of compound feeds for quails, which meets the requirements of the state standard for artificially dried grass feeds.

Keywords: *quails, feeds, feed mixtures, compound feeds, grass flour.*

References

1. Babenko S., Tytarova O. Sino z liutserny: perevahy ta nedoliky. Tvarynnystvo Veterynariia. 2019. № 12. P. 52-54.
2. Bioloheia produktyvnosti silskohospodarskykh tvaryn: navch. posib. / R. L. Susol ta in. Odesa:/ Bondarenko M. O., 2019. 280 p.
3. DSTU 4120:2002. Kombikormy povnoratsionni dlia silskohospodarskoi ptytsi. Tekhnichni umovy. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2002. 38 p.

4. DSTU 4685:2006. Kormy traviani shtuchno vysusheni. Tekhnichni umovy. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2008. 14 p.
5. Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarii medytsyni : dovidnyk / za red. V. V. Vlizla. Lviv: SPOLOM, 2012. 764 p.
6. Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi: navchalnyi posibnyk/ O. I. Soboliev, Nedashkivskyi V. M., R. A. Petryshak ta in.; za zah. red. O. I. Sobolieva. Bila Tserkva. 2022. S. 256 p.
7. Milimonka Andreas. Shcho mozhe liutserna i yak zabezpechyty uspih vyroshchuvannia na nastupni roky. Agroexpert. 2020. № 6 (143). P. 100-101.
8. Normy hodivli, ratsiony i pozhyvnist kormiv dlia riznykh vydiv s.-h. tvaryn: dovidnyk / H. V. Provatorov, V. I. Ladyka, L.V. Bondarchuk ta in. Sumy.: TOV«VTD «Un-ka knyha», 2007. 488 p.
9. Poriadok provedennia naukovykh ustanovamy doslidiv, eksperimentiv na tvarynakh : Nakaz Ministerstva osvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy vid 1 bereznia 2012 r. № 249 [Elektronnyiresurs]. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text> (data zvernennia 22.05.2025).
10. Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia : Zakon Ukrainy vid 21 liutoho 2006 r. № 3447-IV // Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy, 2006. № 27. 230 s. [Elektronnyi resurs]. URL : <https://www.president.gov.ua/documents/3447-iv-3976> (data zvernennia 22.05.2025).
11. Rekomendatsii z normuvannia hodivli silskohospodarskoi ptytsi / Yu. O. Riabokon ta in. Instytut tvarynnytstva UAAN. Birky, 2005. 101 p.
12. Riznychuk I., Bezalychna O., Harbar A. (2022). Osoblyvosti proteinovoho zhyvlennia perepeliv. Ahrarnyi visnyk Prychornomia. 2022. Vypusk 104. P. 88-93.
13. Riznychuk I., Harbar A. (2025). Vplyv kontsentratsii lizynu ta spivvidnoshennia metioninu i treoninu v skladi kormiv ratsionu na produktyvni yakosti perepeliv u vitsi 1-4 tyzhniv. Ahrarnyi visnyk Prychornomia. 2025. № 114. P.128-139.
14. Riznychuk I., Harbar A. (2022). Obgruntuvannia norm hodivli perepeliv za vmistom lizynu, metioninu ta treoninu. Ahrarnyi visnyk Prychornomia. 2022. Vypusk 105. P. 77-84.
15. Riznychuk I., Harbar A. (2023). Osoblyvosti vyznachennia rivnia hodivli riznykh vyrobnychkykh hrup perepeliv za spivvidnoshenniam syroho proteinu i lizynu do obminnoi enerhii. Ahrarnyi visnyk Prychornomia. 2023. Vypusk 107. P. 138-142.
16. Riznychuk I., Harbar A. (2022). Potreba perepeliv u aminokyslotakh. Aktualni aspekty rozvytku nauky i osvity : zbirnyk materialiv II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii NPP ta molodykh naukovtsiv, m. Odesa, 08-09 hrudnia 2022 r. Odesa : ODAU, 2022. P. 256-259.
17. Standartyzatsiia u tvarynnytstvi / I.I. Ibatullin ta in. Kyiv: Vydavn. «Lira-K», 2019. 548 p.
18. Standart orhanizatsii Ukrainy. SOU 01.24-37-537:2006 Vyrobnystvo miasa perepeliv. Tekhnolohichni protses. Osnovni parametry [Chynnyi vid 2007-01-01]. Kyiv : Minahropolityky Ukrainy, 2006. 19 p.
19. Susol R. L., Stulnyk I. I. Tekhnolohii vyrobnystva yalovychyny cherez pryzmu kontseptsii staloho rozvytku ta blahopoluchchia khudoby. Osvita i nauka v umovakh vyklykiv i zahroz. Vnesok molodykh vchenykh v stalyi rozvytok: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. NPP ta molodykh naukovtsiv, m. Kyiv, 21-22 lystopada 2024 r., Kyiv : NUBiP, 2024. P. 312-313.
20. Tekhnolohiia vyrobnystva ta pererobky produktsii tvarynnytstva: pidruchnyk dlia aspirantiv / V.I. Ladyka, L.M. Khmelnychyi, M.H. Povod ta in.; za zah. red. V.I. Ladyky, L.M. Khmelnychoho. Odesa: Oldi+, 2023. 244 p.
21. Tekhnolohiia produktsii molochnoho i miasnoho skotarstva, svynarstva ta ptakhivnytstva/ S. L. Voitenko, V. S. Tenditnyk, V. P. Berdnyk ta in.; za zah. red. S. L. Voitenko, V. S. Tenditnyka. Poltava: Dyvosvit, 2013. P. 94-140.
22. Yasko V., Petrenko S., Kirovych N., Sidashova, S. (2021). Innovatsiini pryrodni biostymuliatory u vyrobnystvii kuriachykh yaiets bez antybiotykyv. Ahrarnyi visnyk Prychornomia. 2021. Vyp. 98. P. 122-128. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2021.98.20>

23. Yasko V., Kirovych N., Naidich O. (2024). Miasna produktyvnist kurchat-broileriv zalezno vid rezhymiv inkubatsii. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*, 2024. Vyp. 111. P. 121-127. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2024.111.22>
24. Effect of different energy, protein levels and their interaction on productive performance, egg quality, digestibility coefficient of laying Japanese quails. (2024). E. A. Ashour, M. Kamal, H. A.A. Altaie, A.A. Swelum, G. M. Suliman, G.Tellez-Isaias, .M. E. Abd El-Hack. *Poultry Science*. 103 (1): 103170. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103170>Effect of phytogenic feed additives on egg quality and production potentialities of quails. (2025). G. Kour, N. Khan, R.K. Sharma, V. Mahajan, S.A. Khandi, A. Aït-Kaddour, A. E.-D. A. Bekhit, Z. F. Bhat. *Emerging Animal Species*. 13: 100057 <https://doi.org/10.1016/j.eas.2025.100057>

Стаття надійшла до редакції 30 травня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 02 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.16
УДК 636.084:636.2:591.5

Андрій Золотарьов,

кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувач лабораторії годівлі, фізіології живлення сільськогосподарських тварин та кормовиробництва, Інститут тваринництва НААН України, м. Харків, Україна
ORCID ID 0009-0002-7073-4950
e-mail: apz_2013@ukr.net

Микола Косов,

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник лабораторії годівлі, фізіології живлення сільськогосподарських тварин та кормовиробництва, Інститут тваринництва НААН України, м. Харків, Україна
ORCID ID 0000-0002-8850-745X
e-mail: nkosov479@gmail.com

Володимир Шабля,

доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри технологій та селекції у тваринництві, Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна; Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, Україна
ORCID ID 0000-0001-6510-5397
e-mail: shabliavladimir@gmail.com

Іван Золотарьов,

здобувач 1 курсу, спеціальність 015 «Професійна освіта», Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
ORCID ID 0009-0001-7630-6765
e-mail: zolotariow07@gmail.com

Петро Шабля,

аспірант, спеціальність 204 – «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, Україна
ORCID ID 0009-0006-1248-9925
e-mail: finngine2905@gmail.com

**ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ УПРАВЛІННЯ ГОДІВЛЕЮ
ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ В УМОВАХ ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ**

Анотація

Висвітлено актуальне питання підвищення ефективності годівлі високопродуктивних корів у літній період за умов теплового стресу, який негативно впливає на споживання корму,

азотний баланс, здоров'я та продуктивність тварин. Метою дослідження було зменшити негативний вплив високих температур на організм корів шляхом зміщення часу основної годівлі на прохолодні періоди доби. Дослід проводився у СТОВ "Агрофірма Петродолинське" влітку 2024 року на технологічній групі з 85 корів голишинської породи. Встановлено, що при підвищенні температури повітря понад +25 °C, а особливо понад 29 °C, спостерігається зниження споживання кормів, що прямо корелює зі зменшенням надоїв. Основну увагу приділено оптимізації технологічних рішень у системі годівлі, зокрема – режиму роздавання кормосуміші протягом доби. У дослідний період було змінено традиційний режим годівлі: 80% раціону роздавали у ранкові (5:00–6:00) та вечірні (21:00–22:00) години, що дало змогу забезпечити поїдання кормів у комфортніших умовах. Аналіз результатів показав, що середньодобове споживання корму обернено пропорційно залежить від температури повітря ($r = -0,769$, $p < 0,001$), а найбільший вплив має швидкість ранкового підвищення температури ($r = -0,780$, $p < 0,001$). Отримані дані засвідчили, що зміна часу згодовування кормів на більш прохолодні періоди доби сприяє зростанню рівня споживання корму, збереженню продуктивності та зниженню негативних проявів теплового стресу. Так, зокрема, у дослідний період зафіксовано збільшення споживання корму порівняно з контрольним – кількість залишків на кормовому столі скоротилася у середньому з 3,37 кг до 2,13 кг на голову/добу, або на 3,27 % від кількості заданого корму. Таким чином, запропоноване технологічне рішення може бути ефективним засобом адаптації системи годівлі високопродуктивних корів до умов змінного клімату, дозволяючи мінімізувати економічні втрати та підвищити загальну ефективність молочного виробництва в літній період.

Ключові слова: високопродуктивні корови, годівля, кормосуміш, режим годівлі, молочна продуктивність, тепловий стрес, температура повітря

Вступ. Останні дослідження в області фізіології живлення свідчать про те, що худоба, яка зазнала суттєвого впливу термічного навантаження, має негативний азотний баланс в основному як наслідок зменшення споживання корму. При цьому дефіцит азоту зазвичай приходиться компенсувати збільшенням вмісту протеїну в сухій речовині раціону або іншими методами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомо, що вплив показників мікроклімату на стан тварин та їхню продуктивність є різним [1]. Практика ведення тваринництва в Україні показала, що з усіх показників мікроклімату температура повітря має найбільший вплив на продуктивність тварин [2].

Відповідно до більшості останніх наукових досліджень, термонеутральна для великої рогатої худоби зона знаходиться в межах +5...+20-25°C [4]. Незважаючи на те, що вона (термонеутральна зона) для великої рогатої худоби досить широка, для високопродуктивного стада створення оптимального середовища, включаючи температуру повітря, є дуже важливим. Даний факт пов'язаний з тим, що інтенсивна експлуатація тварин вимагає максимальної напруги тіла. А це впливає на їхню стійкість, здоров'я та продуктивність. Наведені закономірності стосуються як теплового [3, 4], так і холодного [6, 7] періодів року.

В ідеалі фермери повинні забезпечити такі зоогігієнічні параметри мікроклімату, які б повністю задовольняли фізіологічні потреби організму та забезпечували гарне здоров'я тварин [8]. Комфортний мікроклімат сприяє

ефективному теплообміну, швидкій адаптації та профілактиці захворювань тварин. Він дає змогу підвищити природну резистентність, забезпечити високу репродуктивну здатність, зменшити витрати кормів та енергії, а також отримати генетично обумовлену кількість високоякісної продукції від тварин.

Продуктивність тварин на 10-30 % визначається мікрокліматом у тваринницьких приміщеннях та умовами утримання [9-12]. Зокрема, відхилення параметрів мікроклімату від оптимальних меж може призвести до зниження надою на 10-20 %, приросту живої маси – на 20-35 %, до збільшення падежу молодняку – на 5-40 %, та погіршення стійкості тварин до хвороб. Створення та підтримка оптимального мікроклімату також пов'язані з продовженням терміну служби будівель та встановленого в них обладнання, зниженням витрат на додаткові корми, а також позитивно впливає на обслуговуючий персонал.

Втім досягти оптимальних параметрів мікроклімату на практиці вдається далеко не завжди в першу чергу через несприятливі погодні умови [9]. Адже забезпечення комфортного середовища для тварин та обслуговуючого персоналу має відповідати реальним економічним можливостям ферм. У такому випадку раціональність та практичність того чи іншого технологічного рішення зазвичай виступають критеріями оптимальності цих умов.

Особливо гострою проблемою комфорту худоби є значне підвищення температури оточуючого середовища у літню пору року. Адже саме впродовж літніх місяців спекотна погода призводить до виникнення у тварин теплового стресу [13-15].

Це разом з підвищеними сезонними ризиками порушення технологічних процесів приготування корму (структура кормосуміші, її поживність, вологість, якість змішування) та ритмічності його згодовування в умовах температурного навантаження на тварин призводить до значних втрат поживних речовин кормів, зниження продуктивності й обміну речовин, передчасного вибракування корів.

Дані питання вимагають детального вивчення, адже їх успішна реалізація, за інших рівних умов прогресивної технології виробництва молока, дає змогу отримати високу молочну продуктивність від кожної корови.

При цьому кожне з можливих технологічних або годівельних рішень перелічених проблем характеризується специфічними параметрами ефективності, які базуються на рівні їх ергономічності та технологічності щодо організації процесів завантаження, змішування, подачі, розподілу та згодовування кормів [16, 17].

Численні дослідження у Північній Америці та Європі показали, що велика рогата худоба, яка зазнала термічного навантаження, мала негативний азотний баланс внаслідок зменшення споживання корму [18, 19], що може бути компенсовано збільшенням вмісту білка в раціоні. Але такий прийом, своєю чергою, у низці випадків невиваженого застосування здатний призвести до надлишку азоту і негативного азотного балансу в рубці.

Низка дослідників дійшли висновку, що згодовування надлишку легкорозщеплюваного в рубці протеїну під час перегрівання було чинником зниження споживання сухої речовини і молочної продуктивності [20]. А для уникнення дефіциту протеїну, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів у раціонах корів найчастіше використовуються різні кормові добавки [21, 22].

За такого варіанту вирішення проблеми зменшення споживання сухої речовини раціонів під час теплового стресу виникає необхідність у збільшенні концентрації білка й енергії в сухій речовині раціону. При цьому необхідно враховувати якість протеїну, кількість обмінної енергії в раціоні, що може суттєво впливати на ефективність перетворень азотистих сполук у продукцію в організмі жуйних.

У попередні роки співробітниками лабораторії годівлі, фізіології живлення сільськогосподарських тварин та кормовиробництва Інституту тваринництва НААН було проведено дослідження з підвищення продуктивності корів та ремонтного молодняку за рахунок покращення ефективності використання кормів [23, 24]. Наразі існує необхідність доповнити підходи щодо організації процесу годівлі високопродуктивних тварин з урахуванням змін клімату, що і стало головним завданням наших досліджень.

Одним з напрямків вирішення цієї проблеми є зміна підходу до організації годівлі дійних корів та згодовування кормів у літній період року.

Мета – дослідити можливість зменшення впливу фактора високої температури повітря на організм високопродуктивних корів, їх кормову поведінку та молочну продуктивність у літній період за рахунок удосконалення технологічних прийомів згодовування кормів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Матеріал і методика досліджень. В основу досліджень покладено робочу гіпотезу про те, що окрім збалансованого раціону, однією із основних умов повноцінної годівлі корів за підвищеної температури є забезпечення споживання тваринами кормосуміші в комфортних умовах. На додачу корми повинні бути у свіжому вигляді. Відтак забезпечити раціональніше згодовування кормів у спекотний сезон року можливо, скоригувавши режим роздавання, а отже, і згодовування кормів у напрямку більшого наголосу на комфортні щодо температури повітря періоди доби.

Наші дослідження з вивчення ефективності зміни часу та співвідношення даванок кормосуміші проведено у найбільш спекотний період – у липні-серпні 2024 року у СТОВ «Агрофірма Петродолинське», котре знаходиться у Південному регіоні України, а саме в південній частині Одеської області. Погодні умови господарства характеризуються помірно континентальним кліматом зі спекотним сухим літом. Середньодобова температура липня +21°C – +24°C.

Дослід проводили методом періодів на технологічній групі з 85 дійних корів голштинської породи першої третини лактації. Утримання тварин – безприв'язне, з вільним доступом до кормів та води.

Схема досліду представлена в таблиці 1. Було розроблено раціон годівлі піддослідних тварин з урахуванням фактичного хімічного складу кормів та вітчизняних норм годівлі [12]. При цьому поживність кормосумішей, які задавали коровам протягом контрольного та дослідного періодів, не відрізнялися між собою.

У контрольний період роздавання кормосуміші відбувалося рівними частинами за режимом, встановленим у господарстві: перша – о 7:00 - 8:00 годині, друга о 13:00 - 14:00, остання – 19:00. - 20:00.

Таблиця 1

Схема досліджень

Періоди			
Контрольний (1 липня – 17 липня)		Дослідний (18 липня – 28 серпня)	
Час роздавання кормосуміші, годин : хвилин	Частка кормосуміші (від добової даванки), яку задавали в цей час	Час роздавання кормосуміші, годин : хвилин	Частка кормосуміші (від добової даванки), яку задавали в цей час
7:00-8:00	33%	5:00 - 6:00	40%
13:00-14:00	34%	13:00 - 14:00	20%
19:00-20:00	33%	21:00 - 22:00	40%

У дослідний період більшу частину раціону (80 %) роздавали у прохолодніший час доби – о 5:00 - 6:00 (40 % кормосуміші) та 21:00 - 22:00 годині (40 % кормосуміші), з акцентом на розподілення їх кількості на світанковий та пізньовечірній час. Решту 20 % раціону задавали о 13:00-14:00.

Під час проведення досліджень як у контрольний, так і в дослідний періоди визначали наступні показники:

- фактичний хімічний склад кормів – за загальноприйнятими методиками, поживність – розрахунковим методом;
- фактичне споживання кормів – шляхом проведення контрольних годівель, – кожні 7 днів упродовж двох суміжних діб. При цьому визначали: кількість заданих груп кормів (кг), кількість їх залишків на кормовому столі наступного дня до роздавання нової порції раціону (кг), а також різницю між масою заданих кормів і їх залишків (кг), тобто кількість фактично спожитої коровами кормосуміші;
- показники температури повітря, виміряні у моменти доби, які відповідали часу роздавання кормів за контрольного і дослідного періоду (о 5:30, 7:30, 13:30, 19:30 і 21:30), – у період проведення контрольних годівель;
- молочну продуктивність корів – за результатами контрольних доїнь індивідуально по кожній голові у контрольний та дослідний періоди;

Статистичне опрацювання результатів досліджень здійснено загальноприйнятими статистичними та біометричними методами з використанням кореляційного і дисперсійного аналізів та визначенням рівня вірогідності.

Динаміку температури повітря під час даного дослідження представлено на рисунках 1 і 2, а середні її показники під час роздавання кормів – у таблиці 2.

Нашими попередніми спостереженнями встановлено, що підвищення температури повітря, починаючи з $+25^{\circ}\text{C}$ і вище може призводити до теплового стресу, наслідком якого часто стає зменшення споживання кормів, що у свою чергу супроводжується падінням рівня надоїв.

У даних дослідження також виявлено подібні закономірності. Так, за урахування всього періоду досліджень, коефіцієнт кореляції між середньою температурою повітря протягом доби і кількістю спожитої коровами за цю добу кормосуміші становив $r = -0,769$ ($p < 0,001$). Таким чином, маємо зворотну залежність між указаними показниками, що свідчить про краще споживання за прохолодніших (а отже, комфортніших для тварин) температур зовнішнього повітря.

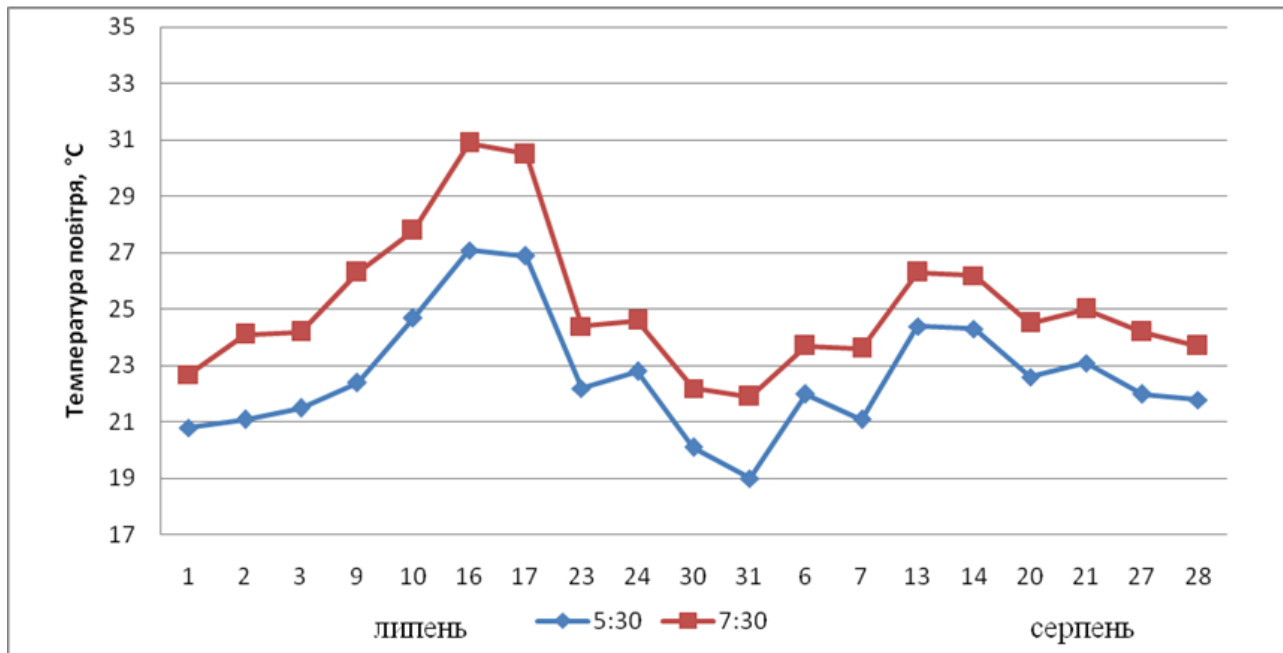


Рисунок 1. Динаміка температури повітря під час ранішньої годівлі (рисунок авторів)

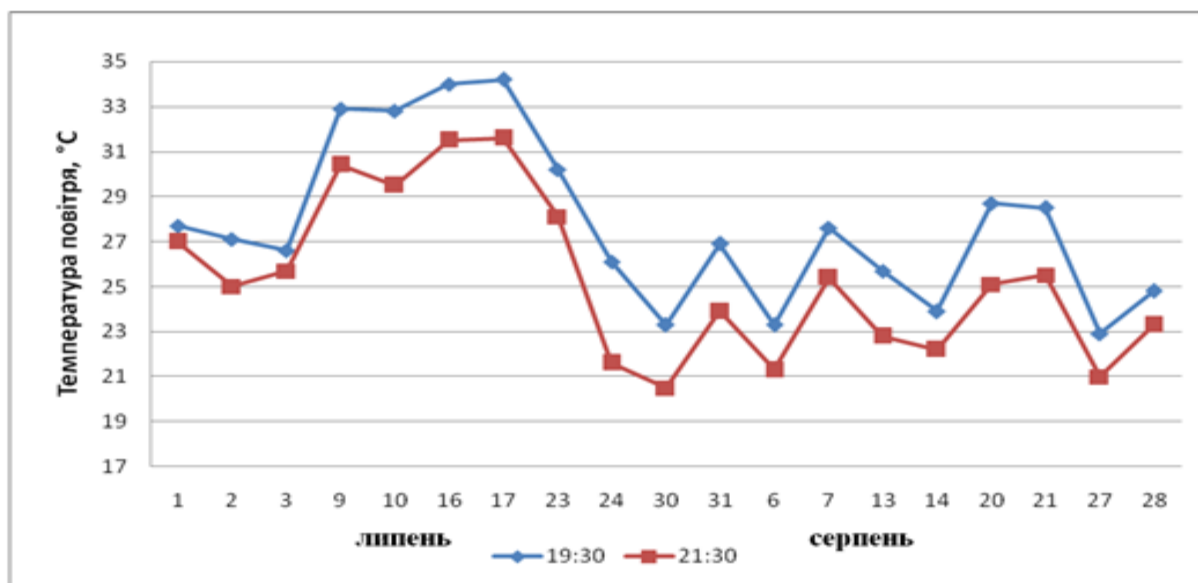


Рисунок 2. Динаміка температури повітря під час вечірньої годівлі (рисунки авторів)

Цікаво, що ще суттєвіший коефіцієнт кореляції встановлено між кількістю спожитої коровами за добу кормосуміші і різницею температур повітря о 7:30 і 5:30 ранку. У даному випадку кореляція становила $r = -0,780$ ($p < 0,001$). Такий результат означає, що ще більше значення, ніж середня температура повітря протягом доби, має вранішня швидкість зростання температури повітря.

Таблиця 2

Середня температура повітря під час роздавання корму, °C

Час роздавання кормосуміші	Періоди:	
	контрольний	дослідний
05.00-06.00	23,5±1,03	22,1±0,45
07.00-08.00	26,6±1,22	24,2±0,38
13.00-14.00	31,1±1,24	28,6±0,42
19.00-20.00	30,8±1,30	26,3±0,66
21.00-22.00	28,7±1,04	23,7±0,64

І чим інтенсивніше ця температура збільшується, – тим менше кормів споживають корови. У той же час щодо швидкості вечірнього спадання температури, то не встановлено вірогідного кореляційного зв'язку між цією характеристикою комфортності умов (її контролювали за різницею між температурою повітря о 21:30 і 19:30 вечора) та кількістю спожитих кормів: коефіцієнт кореляції $r = 0,085$ ($p > 0,05$). Отже, інтенсивність вечірнього змінювання температури повітря має набагато менше значення для споживання кормів порівняно з ранішнім.

Характерно й те, що хоча швидкість росту температури повітря з ранку до обіду (контрольована за різницею між температурою повітря о 13:30 і 5:30)

вірогідно ($p = 0,032$) корелювала зі споживанням кормів протягом доби, проте коефіцієнт кореляції ($r = 0,493$) був суттєво нижчим за найвідмітніші з описаних вище.

Слід відмітити, що культура приготування й роздавання кормів у господарстві знаходилася на високому рівні, про що свідчать мінімальні відмінності між добовими кількостями заданих групі кормів протягом періоду досліджень. Так, середня кількість заданої кормосуміші становила 39,78 кг в розрахунку на корову при вкрай низькому середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 0,04$ кг.

З огляду на це, цілком логічними виглядають встановлені нами прямо протилежні до описаних вище закономірності зв'язків між температурою повітря і кількістю нез'їдених залишків кормосуміші.

Так, очікувано отримано наступні коефіцієнти кореляції між кількістю залишків кормів на кормовому столі, з одного боку, та, з іншого боку:

- середньою температурою повітря протягом доби – $r = 0,766$ ($p < 0,001$);
- різницею температур повітря о 7:30 і 5:30 ранку – $r = 0,781$ ($p < 0,001$);
- різницею між температурою повітря о 21:30 і 19:30 – $r = -0,085$ ($p > 0,05$);
- різницею між температурою повітря о 13:30 і 5:30 – $r = 0,480$ ($p = 0,038$).

У період пікового теплового навантаження на високопродуктивних тварин ($+30$ °C та вище) організм реагував підвищенням частоти дихання до 70 рухів, що більше, ніж фізіологічна норма за комфортної температури. Також цей період характеризувався зміною кормової поведінки тварин; зокрема, корови суттєво збільшили споживання води й одночасно зменшили споживання корму.

Як видно з наведених даних, температура повітря у традиційний для господарства час роздавання корму була суттєво вищою порівняно з температурою у запропонований нами більш прохолодний час доби. Так, у контрольний період дослідження вранці різниця між цими показниками становила в середньому $3,1$ °C ($p < 0,001$), а ввечері – $2,1$ °C ($p < 0,001$). Під час дослідного періоду різниці температури між прийнятим у господарстві й відкоректованим часом роздавання кормосуміші становили: вранці $2,1$ °C, а наприкінці дня – $2,6$ °C ($p < 0,001$).

У результаті проведених досліджень встановлено, що зміна в дослідний період режиму годування та співвідношення між кількостями корму в різні даванки привела до збільшення споживання корму коровами.

Так, у цей період кількість фактично з'їденої кожною коровою за добу кормосуміші становила 37,65 кг проти 36,41 кг протягом контрольного періоду. Різниця між споживанням корму у дослідний і контрольний періоди вірогідна на рівні значущості $p < 0,001$ та становить $1,24$ кг на користь дослідного періоду. Одночасно ступінь впливу періоду (контрольний / дослідний) на кількість з'їденого корму становить $\eta^2 = 0,810$ ($p < 0,001$).

Відповідно кількість залишків на кормовому столі завдяки перенесенню часу роздавання кормосуміші на прохолодніший час доби у дослідний період скоротилася в середньому на $1,25$ кг ($36,9$ %) на голову. При цьому різниця за

кількістю залишків кормів між дослідним і контрольним періодами була також вірогідною ($p < 0,001$), а ступінь впливу періоду на кількість нез'їдених залишків кормосуміші $\eta^2 = 0,809$ ($p < 0,001$).

Водночас відмічено зростання рівня надоїв за переведення корів на запропонований нами графік годівлі з 28,9 кг у контрольний до 30,1 кг на голову на добу у дослідний період, або на 4,2 % (табл. 3).

Таблиця 3

**Споживання кормосуміші та надої корів залежно від режиму
годування та співвідношення даванок корму**

Показники	Режим годування та співвідношення даванок корму в період:	
	контрольний	дослідний
Задано кормів, кг/гол./добу	39,79±0,02	39,78±0,01
Залишки корму на кормовому столі, кг/гол./добу	3,37±0,11	2,13±0,09
Молочна продуктивність, кг/гол./добу	28,9±1,14	30,1±0,85

Виявлені нами закономірності щодо погіршення споживання кормів та надоїв за високих температур навколишнього середовища цілком узгоджуються з результатами досліджень інших авторів. Зокрема, Beauregard-García J. et al [25], Mylostyvyi, R. V. et al. [26, 27], Захаренко М. О. та ін. [28], Hauliková A. et al. [29], Шабля В. П. та ін. [2] також констатували погіршення кормової поведінки, споживання кормів і зниження надоїв при зростанні температури повітря. Частина з них зауважували щодо поступового нарощування негативної дії чинника підвищення температури навколишнього середовища вище +21 °С, інші ж – до різкого при рості t вище +29 °С.

Проведені дослідження показали, що зміщення часу роздавання основної частки кормосуміші на комфортніший (за температурою повітря) час доби сприяє більш повному споживанню кормосуміші і, відповідно, скороченню кількості її залишків на кормовому столі. Це дозволяє раціональніше використовувати корми, підвищує продуктивність тварин та рентабельність виробництва молока.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Виявлено кореляційну залежність між середньою температурою повітря протягом доби влітку і кількістю спожитої коровами за цю добу кормосуміші ($r = -0,769$, $p < 0,001$), що свідчить про краще споживання за прохолодніших (а отже, комфортніших для тварин) температур повітря.

2. Встановлено, що зміна прийнятого у господарстві режиму годування на варіант роздавання кормів о 5.00 - 6.00, 13.00 - 14.00 та 21.00 - 22.00, а також співвідношення кількості розданого корму відповідно в пропорції 40 % : 20 % : 40 % у дослідний період призвели до збільшення добового споживання кормосуміші з 36,41 кг до 37,65 кг. Різниця вірогідна ($p < 0,001$) і становить 1,24 кг (3,4 % від заданої кількості).

3. У результаті такого удосконалення режиму годівлі кількість залишків кормосуміші на кормовому столі скоротилася у середньому з 3,37 кг до 2,13 кг на голову/добу, або на 3,27 % від кількості корму в раціоні (ступінь впливу режиму годівлі $\eta^2 = 0,809$, $p < 0,001$). Водночас відмічено зростання рівня надоїв з 28,9 кг до 30,1 кг на голову/добу (на 4,1 %) порівняно з контролем.

Перспективи подальших досліджень полягають у науковій перевірці можливостей розробки й оцінки моделей прогнозування споживання коровами кормосуміші та їхніх надоїв залежно від режимів годівлі, а також від умов навколишнього середовища.

Список використаної літератури

1. Kucevic D., Plavsic M., Trivunović S., Radinovic M., Bogdanović V. Influence of microclimatic conditions on the daily production of dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2013. № 29. P. 45–51. URL: <https://doi.org/10.2298/BAH1301045K>
2. Шабля В.П., Осипенко Т.Л., Адміна Н. Г., Панченко О. М., Ковтун С. Б. Вплив погодних умов на продуктивність корів у теплий період року. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. Вип. 2, № 27. Суми. С. 161–165. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2015_2_41.
3. Michael, P., de Cruz, C. R., Mohd Nor N., Jamli, S., Meng Goh, Y. Evaluation of heat stress threshold and impacts on milk yield in dairy cattle crossbreds in a hot and humid climate. *TheorApplClimatol*. 2023. № 154, P. 235–244. URL: <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04549-3>
4. Polsky L., von Keyserlingk M. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *J. Dairy Sci*. 2017. Vol. 100. № 11. P. 8645–8657. URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>.
5. Song J., Yu Q., Wang X., Wang Y., Zhang Y., Sun, Y. Relationship between microclimate and cow behavior and milk yield under low-temperature and high-humidity conditions. *Front. Ecol. Evol*. 2023. Vol. 11, № 1058147. URL: <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1058147>
6. Ahmed H., Tamminen L. M., Emanuelson U. Temperature, productivity, and heat tolerance: Evidence from Swedish dairy production. *Climatic Change*. 2022. Vol. 175, № 10. URL: <https://doi.org/10.1007/s10584-022-03461-5>
7. Angrecka S., Herbut P., Godyń D., Vieira F. M. C., Zwolenik M. Dynamics of Microclimate Conditions in Freestall Barns During Winter – a Case Study from Poland. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21, № 5. P. 129–136. URL: <https://doi.org/10.12911/22998993/122235>
8. Assatbayeva G., Issabekova S., Uskenova R., Karymsakov T., Abdrakhmanova T. Influence of microclimate on ketosis, mastitis and diseases of cow reproductive organs. *J. Anim. Behav. Biometeorol*. 2022. Vol. 10, № 3. P. 2230. URL: <https://doi.org/10.31893/jabb.22030>
9. Volodymyr Shablia, Victoria Kunets, Tetiana Danilova, Petro Shablia. Influence of weather conditions in the cold period of year on the microclimate in cowsheds and milk productivity of cows. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2024. Vol. LXVII, № 1. University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest Faculty of Animal Productions Engineering and Management. Bucharest. P. 177–184. URL: https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2024/issue_1/vol2024_1.pdf
10. Назаренко Ю. В., Маслак О. М., Чекал О. М., Божко Н. В. Підвищення ефективності молочного скотарства в сільськогосподарських підприємствах сировинної зони ПАТ «Бель Шостка Україна». ЗВІТ про науково-дослідну роботу (заключний). / Міністерство аграрної політики та продовольства України, Сумський національний аграрний університет. 2014. 73 с. URL: <https://is.gd/GSntuV>
11. Демчук М. В., Чорний М. В., Захаренко М. О., Високос М. Н. Гігієна тварин. Харків: Еспада. 2006. 520 с.

12. Ткач Д. М. Шляхи удосконалення методів і систем забезпечення мікроклімату у тваринницьких приміщеннях в умовах «Хаджидер-Агро» Татарбунарського району Одеської області. КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА на здобуття освітнього ступеня магістр. / Міністерство освіти і науки України. Одеський державний аграрний університет. Факультет ветеринарної медицини та біотехнологій. Кафедра технології і переробки продукції тваринництва. Одеса, 2019. 77 с.
13. Зотько, М. О. Вплив різних факторів на молочну продуктивність корів. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Т. 1 № 100. С. 48–56.
14. Іванов, В. О., Безалтична, О. О. Спосіб підвищення комфорту корів в умовах температурного стресу. *Вісник Сумського національного аграрного університету, Серія: Тваринництво*. 2018. Т. 7. № 35. С. 174–178.
15. Кушнеренко, В. Г., Котовська, Ю. С. Зелені насадження як спосіб зменшення теплового стресу у великій рогатій худоби в умовах змін клімату. *Аграрні інновації*. 2021. № 7. С. 65–73. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.7.11>.
16. Pezzuolo A., Chiumenti A., Sartori L, Borso F. Automatic feeding system: evaluation of energy consumption and labour requirement in north-east Italy dairy farm. *Engineering for rural development*. 2016. Vol. 25. P. 882–887.
17. Karszes J., Howlett A. Cost of loading, mixing, and delivering feed: feed center activity analysis. New York: Cornell University Ithaca, 2016. 19 p.
18. Shwartz G., Rhoads M. L., VanBaale M. J., Rhoads R. P., Baumgard L.H. Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* Vol. 92, № 3. P. 935–942. URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1496>.
19. O'Brian M. D., Rhoads R. P., Sanders S. R., Duff G. C., Baumgard L. H. Metabolic adaptation to heat stress in growing cattle. *Domest Anim Endocrinol.* 2010. Vol. 38, № 2. P. 86–94. URL: <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2009.08.005>.
20. Tyrrel H. F., Reynolds P. J., Moe P. W. Effect of diet on partial efficiency of acetate use for body tissue synthesis by mature cattle. *J Anim Sci.* 1979. Vol. 48, №3. P. 598-606. URL: <https://doi.org/10.2527/jas1979.483598x>.
21. Bach A., Calsamiglia S., Stern M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 2005. № 88. P. 9–21.
22. Богданов Г. О., Кандиба В. М. Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої рогатої худоби. Київ : Аграрна наука, 2012. 296 с.
23. Кравченко Ю. С., Прусова Г. Л., Золотарьов А. П., Єлеська Л. М., Тимченко Л. А. Температура навколишнього середовища, як фактор впливу на продуктивність великої рогатої худоби. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2019. № 121. С. 136–145. URL: <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-136-146>.
24. Zolotarov A., Rodionova K., Khimych M., Vyrvykyshka S., Khokhlov A. Ways to reduce the impact of the external environment in summer on the milk productivity of cows. *Scientific Horizons*, 2023. Vol. 26. № 4. P. 9–20. URL: <https://doi.org/10.48077/scihor4.2023.09>
25. Beauregard-García J., Prado-Rebolledo O., García-Márquez L., García-Casillas A., Macedo-Barragán R., Hernández-Rivera J. Productivity of Holstein dairy cows without shade at two seasons of the year. *Abanico veterinario*. 2018. Vol. 8, № 3. P. 51–67. URL: <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.3>
26. Mylostyvyi R. V., Sejian V. Welfare of dairy cattle in conditions of global climate change. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 2019. Vol. 7, № 1. P. 47–55. URL: <https://doi.org/10.32819/2019.71009>
27. Милостивий Р., Крюкова Л. Неізольовані приміщення у спекотний період: як забезпечити комфорт коровам. *Тваринництво. Ветеринарія*. 2020. № 5. С. 2–6.
28. Захаренко М. О., Хоценко А. В., Ващенко П. А., Шостя А. М., Слінько В. Г., Кузьменко Л. М., Шаферівський Б. С. Вплив підвищеної температури у корівнику на поведінку дійних корів. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (1). С. 55–58. URL: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.09>

29. Hauliková A., Lendelová J., Kuchar P. Evaluation of heat load in cattle. *Book of Extended Abstracts "XXIII. International Scientific Conference of Young Scientists"* (June 22, 2021, Zvolen, Slovakia). 2021. P. 20–23.

UDK 636.084:636.2:591.5

Andrii Zolotarov,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher, Head of the Laboratory of Feeding, Nutritional Physiology of Farm Animals and Feed Production, Livestock farming institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine,
ORCID ID 0009-0002-7073-4950
e-mail: apz_2013@ukr.net

Mykola Kosov,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher, Laboratory of Feeding, Nutritional Physiology of Farm Animals and Feed Production, Livestock farming institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine,
ORCID ID 0000-0002-8850-745X
e-mail: nkosov479@gmail.com

Volodymyr Shablia,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Technologies and Breeding in Livestock, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine; Pig-Breeding Institute and Agro-Industrial Production of The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Poltava, Ukraine
ORCID ID 0000-0001-6510-5397
e-mail: shabliavladimir@gmail.com

Ivan Zolotarov,

First-year Student, Specialty 015 «Vocational Education», State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID ID 0009-0001-7630-6765
e-mail: zolotariow07@gmail.com

Petro Shablia,

Postgraduate Student, Specialty 204 – “Technology of production and processing of livestock products”, Pig-Breeding Institute and Agro-Industrial Production of The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Poltava, Ukraine
ORCID ID 0009-0006-1248-9925
e-mail: finngine2905@gmail.com

TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR FEEDING MANAGEMENT OF HIGH-PRODUCTIVE COWS UNDER HEAT STRESS CONDITIONS

Abstract

The current issue of increasing the efficiency of feeding high-yielding cows in the summer under conditions of heat stress, which negatively affects feed consumption, nitrogen balance, health and productivity of animals, is highlighted. The aim of the study was to reduce the negative impact of high temperatures on the body of cows by shifting the time of the main feeding to cooler periods of the day. The experiment was conducted at the “Agrarian firm Petrodolynske” in the summer of 2024 on a technological group of 85 Holstein cows. It was established that when the air temperature increases above +25 °C, and especially above 29 °C, there is a decrease in feed consumption, which directly correlates with a decrease in milk yield. The main attention is paid to optimizing technological solutions in the feeding system, in particular, the mode of distributing the feed mixture throughout the day. During the experimental period, the traditional feeding regime was changed: 80% of the ration was distributed in the morning (5:00–6:00) and evening (21:00–22:00) hours, which made it possible to ensure that the feed was eaten in more comfortable conditions. Analysis of the results showed that the average daily feed consumption is inversely proportional to the air temperature ($r = -0.769$, $p < 0.001$), and the rate of morning temperature increase has the greatest influence on daily feed consumption ($r = -0.780$, $p < 0.001$). The data obtained showed that changing the time of feeding feed to cooler periods of the day contributes to an increase in the level of feed consumption, maintaining productivity and reducing negative manifestations of heat stress. Thus, in particular, in the experimental period, an increase in feed consumption was recorded compared to the control period - the amount of residues on the feed table decreased on average from 3.37 kg to 2.13 kg per head/day, or by 3.27% of the amount of feed given. Thus, the proposed technological solution can be an effective means of adapting the feeding system of high-yielding cows to the conditions of a changing climate, allowing to minimize economic losses and increase the overall efficiency of dairy production in the summer period.

Keywords: high-yielding cows, feeding, feed mixture, feeding regime, milk productivity, heat stress, air temperature

Reference

1. Kucevic, D., Plavsic, M., Trivunović, S., Radinovic, M., & Bogdanović, V. (2013). Influence of microclimatic conditions on the daily production of dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29, 45-51. <https://doi.org/10.2298/BAH1301045K>
2. Shablia, V. P., Osypenko, T. L., Admina, N. H., Panchenko, O. M., & Kovtun, S. B. (2015). Influence of weather conditions on the productivity of cows in the warm period of the year. *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu*. Sumy, 2 (27), 161-165. Retrived Nov 2, 2023. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2015_2_41 [in Ukrainian].
3. Michael, P., de Cruz, C. R., Mohd Nor, N., Jamli, S., & Meng Goh, Y. (2023). Evaluation of heat stress threshold and impacts on milk yield in dairy cattle crossbreds in a hot and humid climate. *TheorApplClimatol*, 154, 235-244. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04549-3>
4. Polsky, L., & von Keyserlingk, M. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *J. Dairy Sci*, 100(11), 8645-8657. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>.
5. Song, J., Yu, Q., Wang, X., Wang, Y., Zhang, Y., & Sun, Y. (2023). Relationship between microclimate and cow behavior and milk yield under low-temperature and high-humidity conditions. *Front. Ecol. Evol.*, 11, 1058147. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1058147>
6. Ahmed, H., Tamminen, L.M., & Emanuelson, U. (2022). Temperature, productivity, and heat tolerance: Evidence from Swedish dairy production. *Climatic Change*, 175(10). <https://doi.org/10.1007/s10584-022-03461-5>

7. Angrecka, S., Herbut, P., Godyń, D., Vieira, F. M. C., & Zwolenik, M. (2020). Dynamics of Microclimate Conditions in Freestall Barns During Winter – a Case Study from Poland. *Journal of Ecological Engineering*, 21(5), 129-136. <https://doi.org/10.12911/22998993/122235>
8. Assatbayeva, G., Issabekova, S., Uskenova, R., Karymsakov, T., & Abdrakhmanova, T. (2022). Influence of microclimate on ketosis, mastitis and diseases of cow reproductive organs. *J. Anim. Behav. Biometeorol.*, 10(3), 2230. <https://doi.org/10.31893/jabb.22030>
9. Volodymyr, Shablia, Victoria, Kunets, Tetiana, Danilova, & Petro, Shablia (2024). Influence of weather conditions in the cold period of year on the microclimate in cowsheds and milk productivity of cows. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, LXVII(1). University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest Faculty of Animal Productions Engineering and Management. Bucharest, 177-184. https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2024/issue_1/vol2024_1.pdf
10. Nazarenko, Yu. V., Maslak, O. M., Chekan, O. M., & Bozhko, N. V. (2014). Increasing the efficiency of dairy cattle breeding in agricultural enterprises of the raw material zone of PJSC "Bel Shostka Ukraine" [REPORT on scientific research work (final)] Ministerstvo ahrarnoyi polityky ta prodovol'stva Ukrayiny, Sums'kyi natsional'nyi ahrarnyy universytet. <https://is.gd/GSntuV> [in Ukrainian].
11. Demchuk, M. V., Chornyy, M. V., Zakharenko, M. O., Vysokos, M. N. (2006). *Animal Hygiene*. Kharkiv: Espada. [in Ukrainian].
12. Tkach D. M. (2019). Ways to improve methods and systems for ensuring microclimate in livestock premises in the conditions of "Khadzhider-Agro" Tatarbunarsky district of Odessa region. [QUALIFICATION THESIS for the degree of Master]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrayiny. Odes'kyi derzhavnyi ahrarnyy universytet. Fakul'tet veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy. Kafedra tekhnolohiyi i pererobky produktsiyi tvarynnyystva. Odessa, [in Ukrainian].
13. Zot'ko, M. O. (2018). The influence of various factors on the milk productivity of cows. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohiyi*, 1 (100), 48-56. [in Ukrainian].
14. Ivanov, V. O., & Bezalychna, O. O. (2018). A method for increasing the comfort of cows under temperature stress. *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu, Seriya: Tvarynnyystvo*, № 7 (35), 174-178. [in Ukrainian].
15. Kushnerenko, V. H., & Kotov's'ka, Yu. S. (2021). Green spaces as a way to reduce heat stress in cattle in the face of climate change. *Ahrarni innovatsiyi*, 7, 65-73. <https://doi.org/10.32848/ahar.innov.2021.7.11>. [in Ukrainian].
16. Pezzuolo, A., Chiumentl, A., Sartori, L., & Borso, F. (2016). Automatic feeding system: evaluation of energy consumption and labour requirement in north-east Italy dairy farm. *Engineering for rural development*, 25, 882-887.
17. Karszes, J. & Howlett, A. (2016). Cost of loading, mixing, and delivering feed: feed center activity analysis. New York: Cornell University Ithaca.
18. Shwartz, G., Rhoads, M. L., VanBaale, M. J., Rhoads, R. P., Baumgard, L. H. (2009). Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 92(3), 935-42. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1496>.
19. O'Brian, M. D., Rhoads, R. P., Sanders, S. R., Duff, G. C., & Baumgard, L. H. (2010). Metabolic adaptation to heat stress in growing cattle. *Domest Anim Endocrinol.*, 38(2), 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2009.08.005>.
20. Tyrrel, H. F., Reynolds, P. J., & Moe, P. W. (1979). Effect of diet on partial efficiency of acetate use for body tissue synthesis by mature cattle. *J. Anim Sci.*, 48(3), 598-606. <https://doi.org/10.2527/jas1979.483598x>.
21. Bach, A., Calsamiglia, S., & Stern, M. D. (2005). Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 88, 9-21.
22. Bohdanov, H. O., & Kandyba, V. M. (2012). *Norms and rations of full-fledged feeding of highly productive cattle*. Kyiv : Ahrarna nauka. [in Ukrainian].

23. Kravchenko, Yu. S., Prusova, H. L., Zolotar'ov, A. P., Yelets'ka, L. M., & Tymchenko, L. A. (2019). Ambient temperature as a factor influencing the productivity of cattle. *Naukovo-tekhnichnyy byuleten' Instytutu tvarynnytstva NAAN*. Kharkiv, № 121. S. 136-145. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-136-146> [in Ukrainian].
24. Zolotarov, A., Rodionova, K., Khimych, M., Vyrvykyshka, S., & Khokhlov, A. (2023). Ways to reduce the impact of the external environment in summer on the milk productivity of cows. *Scientific Horizons*, 26(4), 9-20. <https://doi.org/10.48077/scihor4.2023.09>. [in Ukrainian].
25. Beauregard-García, J., Prado-Rebolledo, O., García-Márquez, L., García-Casillas, A., Macedo-Barragán, R., & Hernández-Rivera, J. (2018). Productivity of Holstein dairy cows without shade at two seasons of the year. *Abanico veterinario*, 8(3), 51-67. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.3>
26. Mylostyvyi, R. V., & Sejian, V. (2019). Welfare of dairy cattle in conditions of global climate change. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7(1), 47–55. <https://doi.org/10.32819/2019.71009>
27. Mylostyvyi, R., & Kryukova, L. (2020). Uninsulated premises in the hot season: how to provide comfort to cows. *Tvarynnytstvo. Veterynariya*, 5, 2-6. [in Ukrainian].
28. Zakharenko, M. O., Khotenko, A. V., Vashchenko, P. A., Shostya, A. M., Slin'ko, V. H., Kuz'menko, L. M., & Shaferivs'kyi, B. S. (2023). The influence of elevated temperature in the cowshed on the behavior of dairy cows. *Scientific Progress & Innovations*. № 26(1), 55-58. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.09> [in Ukrainian].
29. Hauliková, A., Lendelová, J., & Kuchar, P. (2021). Evaluation of heat load in cattle. *Book of Extended Abstracts "XXIII. International Scientific Conference of Young Scientists"* (June 22, 2021, Zvolen, Slovakia), 20-23.

Стаття надійшла до редакції 06 червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 10 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.17

УДК 636.4.082.453:636.4.082.25

Анатолій Шостя,

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна.

ORCID: 0000-0002-1475-2364

e-mail: anatoliy.shostya@pdau.edu.ua

Іван Шпирна,

здобувач третього ступеню вищої освіти за спеціальністю технологія
виробництва і переробки продукції тваринництва, аспірант кафедри технології
виробництва продукції тваринництва

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID: 0000-0002-2370-7047

e-mail: despart1992@gmail.com

ВПЛИВ ПОРОДИ ТА ТРИВАЛОСТІ ЛАКТАЦІЇ НА ВІДТВОРЮВАЛЬНІ ЯКОСТІ СВИНОМАТОК В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Анотація

Метою даної статті було визначення впливу породи та тривалості підсисного періоду на відтворні якості свиноматок, інтенсивність росту їхніх поросят, а також тривалість наступного сервіс-періоду. Встановлено, що порода свиноматок не мала суттєвого впливу на ключові показники продуктивності під час опоросу. Тоді як тривалість лактації значно впливає на продуктивність свиноматок при відлученні. Так скорочення тривалості лактації на 23,4–32,5% призвело до зниження маси гнізда поросят при відлученні – на 23,19–24,46% та маси одного поросяти при відлученні – на 25,4–27,68%. Збереженість поросят та їх кількість при відлученні виявилися стабільними та не залежали ані від породи, ані від тривалості лактації, хоча мінливість цих ознак була вищою у породі ландрас. Встановлено, що зменшення тривалості лактації негативно вплинуло на середньодобові (зниження на 6,1–12%), абсолютні (зниження на 3,6–32,9%) та відносні (зниження на 1,74–18,9%) прирости поросят. Тоді як в розрізі порід ця різниця становила всього 2,1–5,0% за середньодобовими, 2,6–3,3% за абсолютними та 0,89–118,9% за відносними приростами. Доведено, що тривалість лактації значно впливає на інтервал між відлученням та наступним проявом еструсу. Він виявився суттєво коротшим (на 9,1–22,8%) у тварин зі стандартним періодом лактації порівняно з тваринами зі скороченою тривалістю підсисного періоду. Цей період також відрізняється залежно від породи: у тварин великої білої породи він був на 13,9–16,7% коротшим порівняно з ландрасами. Виявлено високі прямі кореляції між загальною кількістю народжених поросят та багатоплідністю, а також між кількістю відлучених поросят і масою їх гнізда у цей період. Помітні прямі зв'язки спостерігалися між тривалістю лактації та масою гнізда при відлученні; між загальною кількістю народжених поросят на опорос та кількістю відлучених поросят, масою гнізда при відлученні та тривалістю сервіс-періоду. Помітні зворотні зв'язки встановлено між масою однієї голови при відлученні та збереженістю, а також між кількістю поросят при відлученні та багатоплідністю. Помірною позитивна

кореляція простежується між багатоплідністю та загальною кількістю народжених поросят, між кількістю відлучених поросят та тривалістю сервіс-періоду, між масою гнізда поросят при відлученні та їхньою кількістю, а також з тривалістю сервіс-періоду. Кількість відлучених поросят помірно позитивно корелює як з багатоплідністю, так і з тривалістю сервіс-періоду. Помірна зворотна кореляція встановлена між збереженістю, з одного боку, та багатоплідністю і тривалістю сервіс-періоду, з іншого боку. Встановлено, що фактор породи мав вірогідний вплив на масу одного поросяти при відлученні (1,05%) та тривалість сервіс-періоду (26,51%). Тривалість лактації вірогідно впливала на масу одного поросяти при відлученні (86,7%), масу їх гнізда у цей період (73,73%), а також на тривалість періоду від відлучення поросят до першого осіменіння свиноматки (37,15%). Взаємодія цих двох досліджуваних факторів мала вплив лише на тривалість сервіс-періоду свиноматок після досліджуваної лактації, складаючи 32,02%.

Ключові слова: свиноматка, опорос, лактація, сервіс період, поросята, приріст, кореляція, дисперсія.

Вступ. Для ефективнішого використання маточного поголів'я як повідомляють [1, 2, 3] застосовуються різні технологічні прийоми, серед яких важливе місце посідає скорочення періоду лактації свиноматок. Згідно з [4], у більшості провідних країн, що спеціалізуються на свинарстві, спостерігається чітка тенденція до скорочення періоду лактації у свиноматок.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Як зазначають [5, 6], у США та Канаді поросят зазвичай відлучають у віці 14–16 днів. В деяких країнах Латинської Америки та Австралії цей термін становить 21 день, тоді як в Англії – 25 днів, а в Данії – 28 днів, а у країнах Північної та Південної Америки, Азії та Австралії за свідченнями [5, 7] активно практикують раннє відлучення поросят – у віці 16–21 доби.

На думку [8], основна перевага раннього відлучення полягає в його прямому впливі на тривалість лактації у свиноматок. Це пов'язано з тим, що їй потрібно близько 14 днів для відновлення після вагітності, перш ніж вона буде готова до наступної вагітності, що сприяє зменшенню фізіологічного навантаження на свиноматку. Також згідно з розрахунками [9], раннє відлучення поросят дозволяє в 1,3 рази підвищити ефективність використання одного станка для опоросу.

Проте, існують застереження щодо систем раннього відлучення, які застосовуються в Північній Америці і за словами [10], можуть негативно впливати на репродуктивні показники свиноматок. Зокрема, це може призвести до збільшення інтервалу від відлучення до першого осіменіння, зниження коефіцієнта опоросу та зменшення кількості поросят у наступному посліді. Так на думку [8] скорочення періоду лактації може призвести до сповільненого повернення свиноматок в охоту та зменшення кількості поросят у посліді. Однак, згідно з їхніми даними, зменшення тривалості лактації з 30 до 17 днів не впливає на загальну кількість поросят, отриманих від однієї свиноматки протягом року. Також на думку [9, 10] раннє відлучення поросят дає змогу інтенсивніше використовувати свиноматку. Це відбувається завдяки скороченню відтворювального циклу, що, своєю чергою, дозволяє отримувати від неї в середньому понад два опороси на рік. Крім того, поросята, відлучені

раніше, починають швидше споживати рослинний корм і як наслідок, у них збільшуються середньодобові прирости живої маси при одночасному зниженні собівартості корму.

Важливим показником репродуктивного здоров'я свиноматок який прямо впливає на їх продуктивність та тривалість продуктивного використання, як зазначають [11], є інтервал від відлучення до осіменіння який в деяких публікаціях називається сервіс періодом. За повідомленнями [11, 12, 13, 14, 15] цей показник знаходився в межах від 5,2 до 9,34 днів. Тоді як в публікаціях [16, 17] цей період коливався від 5,3 до 6,9 днів. В своїх дослідженнях [13, 14, 17] повідомляють що на інтервал від відлучення до осіменіння впливає низка факторів, таких як порядковий номер опоросу, розмір гнізда при відлученні, втрата ваги під час лактації, тривалість лактації та сезон року.

В роботах [18] встановили негативний зв'язок між інтервалом від відлучення до осіменіння та тривалістю лактації. Даний факт вони пояснюють тим, що довга тривалість лактації надає свиноматкам додатковий час для відновлення від негативного енергетичного балансу, тому свиноматки з коротшою тривалістю лактації сильніше страждають від негативного енергетичного балансу. В свою чергу в роботі [19, 20] зазначається що скорочена лактація зменшує розвиток фолікулів та характеризується нижчими рівнями β -естрадіолу, прогестинів та андрогенів. Крім того, як зазначає [21] коротша лактація спричиняє збільшення товщини міометрію, маси та довжини матки, що свідчить про недостатню її інволюцію. Відповідно, це призводить до менш розвинених фолікулів та погіршення відновлення матки, що зрештою подовжує сервіс період у свиноматок із коротким періодом лактації. Тоді як доведене багатьма вченими твердження, що подовження лактації скорочує сервіс період, водночас, як зазначає [18] це збільшує кількість непродуктивних днів на свиноматку, тому рішення стосовно зменшення тривалості лактації має бути ретельно обдумане з урахуванням усіх можливих наслідків. Тоді як [11] стверджують, що тривалість лактації не мала впливу на тривалість сервіс періоду, багатоплідність та кількість поросят в гнізді при відлученні. В свою чергу [22] в своїй роботі прийшов до висновку, що свиноматки зі скороченою попередньою лактацією на 3,33 % гірше приходили в охоту після відлучення від них поросят. З тих свиноматок які прийшли в охоту після відлучення поросят запліднились в результаті осіменіння на 2,47% менше, та з них ще на 1,96% менше дійшли до опоросу. В цілому після відлучення поросят і до постановки на наступний опорос свиноматки з скороченою тривалістю лактації мали на 7,76% більше технологічного відходу порівняно з тваринами зі стандартною лактацією.

У своїх публікаціях [23] відзначають вплив багатоплідності свиноматок на тривалість сервіс періоду. Вони вказують, що багатоплідність свиноматки визначається низкою чинників, таких як кількість дозрілих фолікулів та запліднених яйцеклітин, здатність самої тварини виносити потомство, рівнем годівлі в період поросності та ін. Вони стверджують що, свиноматки з вищою

багатоплідністю у поточному опоросі мають вищу ймовірність мати більший розмір гнізда у наступному посліді. Їхню думку підтверджують в своїх публікаціях [24, 25], які повідомляють, що підвищення багатоплідності може бути результатом зростання кількості зрілих та овуляторних фолікулів, які виробляють більшу кількість естрогену. І на думку [26], вміст естрогену прямо пропорційний ступеню вираженості симптомів еструсу у свиноматок, тому збільшення рівня естрадіолу призводить до швидшого приходу свиноматок в охоту після відлучення поросят, що сприяє скороченню їхнього сервіс періоду. Таким чином збільшення багатоплідності сприяє скороченню інтервалу від відлучення поросят до осіменіння свиноматки.

Окрім багатоплідності, як стверджує [17], на тривалість сервіс періоду суттєво впливає кількість поросят та маса їх гнізда при відлученні. І як стверджують [27], у свиноматок фолікули, які розвиваються під час лактації, продовжують розвиватися та дозрівати після відлучення поросят, і їх розмір при відлученні визначає тривалість сервіс періоду.

Зворотній вплив сервіс періоду на багатоплідність вивчений більше і за повідомленнями [11] багатоплідність свиноматок була помітно нижчою, коли тривалість сервіс періоду складала від 7 до 10 днів, у порівнянні з її терміном від 1 до 6 днів, тоді як подальше збільшення сервіс періоду від 9–10 днів до 21 дня – призводило до значного підвищення багатоплідності. Водночас за його повідомленнями кількість поросят в гнізді при відлученні зменшувалась приблизно на 0,5 голови, при збільшенні сервіс періоду з 1–5 днів до 6–7 днів, тоді як, при подальшому зростанні його тривалості від 9–10 днів до 21 дня кількість поросят при відлученні знову збільшувалась. Водночас [13] у своїх дослідженнях встановили що багатоплідність в наступному опоросі зменшувалась приблизно на одне поросля, коли сервіс період збільшувався з 4 до 10 днів, тоді як зі збільшенням цього періоду від 10 до 20 днів, цей показник зростав. Довший період лактації призводив до коротшого сервіс періоду та більшого наступного розміру гнізда для великої білої та ландрас порід. Їхню думку підтверджують [28], які також повідомляють, що тривалість лактації, тривалість сервіс періоду та час від опоросу до наступного осіменіння мали значний вплив на розмір наступного посліду. Також збільшення тривалості лактації та інтервалу від опоросу до осіменіння збільшувало багатоплідність свиноматок в наступному опоросі.

У публікації [29] повідомляють, що «довша лактація призводить до підвищення багатоплідності, скорочення сервіс періоду, але збільшення часу від опоросу до осіменіння, від опоросу до наступного опоросу», однак за їх даними загальна кількість народжених поросят та кількість живонароджених поросят на свиноматку за рік не були суттєво пов'язані з тривалістю лактації. Дослідження інших авторів показали, що довший сервіс період призводить до підвищення багатоплідності. Це спостерігали в помісних свиноматок у Канаді [30], Таїланді [16], Бразилії, та в Мексиці [28]. Інші науковці [16] пояснюють позитивний зв'язку між довшим сервіс періодом і багатоплідністю тим, що свиноматки мають

більше часу для відновлення після фізіологічного стресу, пов'язаного з відлученням. Водночас [31, 30] було виявлено негативну кореляцію між інтервалом від відлучення до осіменіння від 4 до 9 днів і розміром посліду.

За різних термінів відлучення, важливим фактором є генотип використовуваних свиней та методи їх розведення. Так у своїх дослідженнях [33] встановлено, що при схрещуванні помісних маток великої білої та ландрас порід з помісними кнурами п'єтрен×дюрок та дюрок×п'єтрен поросята перевершують чистопородних аналогів великої білої породи за масою гнізда на час відлучення на 5,1 і 0,06 кг відповідно. Також в своїх дослідженнях [34, 35] зазначають, що багатоплідність свиноматки суттєво залежить від породи та лінії. Тоді як [13, 16] повідомляють про відсутність різниці за цією ознакою у порід велика біла і ландрас в Швеції та Тайланді. Водночас за масою гнізда при відлученні за повідомленнями [12] виявлені переваги на 4,7% чистопородних свиноматок породи ландрас над аналогами великої білої породи. На відсутність вірогідного впливу породних поєднань свиноматок $L_{\text{♀}} \times VB_{\text{♂}}$ та $VB_{\text{♀}} \times L_{\text{♂}}$ на показники відтворювальної здатності, як за стандартної тривалості лактації так і за скороченої, вказує в своїх роботах [36, 37].

Враховуючи недостатню кількість публікацій по впливу тривалості лактації на відтворювальні якості свиноматок та інтенсивність росту їх потомства у тварин різних порід в умовах різних геокліматичних зон України дослідження в цьому напрямку є актуальними і своєчасними.

Мета. Метою наших досліджень було визначення впливу породи та тривалості підсисного періоду на відтворні якості свиноматок, інтенсивність росту їхніх поросят, а також тривалість наступного сервісного періоду.

Виклад основного матеріалу дослідження. Матеріалом для дослідження були чистопородні свині порід велика біла та ландрас англійської селекції Pig Improvement Company (PIC).

З метою визначення впливу породи та тривалості підсисного періоду на відтворні якості свиноматок, інтенсивність росту їхніх поросят у 2023 році на племінному репродукторі ТОВ «НВП «Глобинський свинокомплекс» відповідно до методики [38] за методом груп–аналогів було сформовано чотири групи тварин, кожна з яких налічувала 20 особин (табл. 1). До першої та другої груп включили тварин великої білої породи, тоді як до третьої та четвертої груп – тварин породи ландрас. Протягом усього репродуктивного циклу свиноматки всіх чотирьох груп утримувалися в ідентичних умовах. На етапах холостого та умовно–поросного періодів тварини знаходилися в індивідуальних клітках–боксах. Їх раціон складався зі стандартизованих повнораціонних кормів, розроблених для цих періодів. Дозування корму здійснювалося за допомогою об'ємних дозаторів. На 33–35 день поросності, після підтвердження вагітності ехоскануванням, свиноматок переводили до спеціального корпусу для свиноматок з встановленою поросністю. Тут вони утримувались у станках стабільними групами по 60 голів. Годівля проводилась через автоматизовані станції Velos від нідерландської компанії Nedap.

Схема дослідів

Показник	Порода свиней			
	ландрас		велика біла	
Група тварин	I	II	III	IV
Тривалість лактації, діб	28	21	28	21
Кількість свиноматок на початок дослідів, гол.	20	20	20	20

Після 110–112 доби поросності, усіх піддослідних тварин переміщували до корпусу для опоросу та утримання підсисних свиноматок з поросятами, що знаходився на тому ж репродукторі. Свиноматок розміщували в окремих станках на частково ґратчастій підлозі, фіксуєючи їх по діагоналі (рис. 1).



Рисунок 1. Умови утримання свиноматок впродовж підсисного періоду (рисунок авторів)

Усі піддослідні свиноматки були поставлені на опорос впродовж 14 діб у цьому цеху. Вони розміщувались у секціях, кожна з яких вміщувала 60 голів. Необмежений доступ до корму забезпечувався завдяки дозаторам безперервної дії Sov Max від американської компанії Hog Slat, які подавали збалансований корм для підсисних свиноматок цілодобово.

Поросяткам, починаючи з 14-го дня життя, до раціону вводили сухий престартерний комбікорм Superior Neonatal. Цей корм згодовувався через самогодівниці, розташовані в тильній частині станка для опоросу.

Напування свиноматок здійснювалося за допомогою ніпельних напувалок, розташованих у фронтальній частині станка. Поросят напували за допомогою чашкових поїлок, розміщених у тильній частині станка. Видалення гною відбувалося завдяки вакуумній самопливній системі періодичної дії. Підтримка мікроклімату забезпечувалася системою вентиляції рівномірного

тиску, яка складалася з двох припливних та двох витяжних вентиляторів на кожную секцію. Роботу цих вентиляторів узгоджував спеціальний процесор.

Технологічні та ветеринарні процедури для піддослідних тварин уніфікували, застосовуючи один протокол, який дотримувався чинних вимог щодо благополуччя тварин.

Під час опоросу свиноматок усі новонароджені поросята були зважені погніздно впродовж доби. Також фіксували кількість життєздатних, мертвих та муміфікованих поросят.

Відлучення поросят від свиноматок другої та четвертої груп провели у четвер четвертого тижня підсисного періоду в середньому на 21 добу лактації. Через сім діб аналогічну процедуру виконали для свиноматок першої та третьої груп. Під час відлучення всі поросята від свиноматок піддослідних груп були переважені постанково.

Одразу після відлучення поросят, свиноматок переводили до цеху для холостих та умовно–поросних свиноматок і розміщували в індивідуальних станках–боксах на частково щільній підлозі. Нормоване годування здійснювали за допомогою об'ємних дозаторів. До моменту осіменіння всіх свиноматок годували тим же комбікормом, що й у підсисний період, але в меншій дозі.

Починаючи з наступного дня після переведення в цех, виявлення охоти у свиноматок проводили двічі на добу – о 6:00 та 18:00 – за допомогою кнурів–пробників. Після виявлення охоти та встановлення рефлексу нерухомості свиноматок осіменяли двічі з інтервалом 12 годин.

У межах дослідження оцінювали показники відтворної продуктивності, використовуючи загальноприйняті методики [38, 39]. Після опоросу свиноматок у кожному гнізді фіксували загальну кількість народжених поросят, кількість народжених живими, а також визначали масу гнізда шляхом зважування. На основі цих даних були розраховані такі показники, як багатоплідність свиноматок та великоплідність

По завершенні лактації визначали її тривалість, кількість поросят на момент відлучення, їхню збереженість, а також, на основі зважування гнізда, розраховували середню масу одного поросяти при відлученні.

Для кількісної оцінки відтворних якостей свиноматок використовується Індекс відтворних якостей (ІВЯ), початково запропонований Лашем і Мольмом та вдосконалений М. Березовським [38]. Цей індекс, який враховує обмежену кількість ознак, розраховується за формулою:

$$\text{ІВЯ} = A + 2B + 35\sigma \quad (1)$$

де, А – кількість поросят при народженні, гол.; В – кількість поросят при відлученні, гол.; σ – середньодобовий приріст від народження до відлучення, кг.

Також з цією метою був розрахований комплексний продуктивний індекс відтворювальної здатності свиноматки та інтенсивності росту приплоду (SZFTV) запропонований [40] за формулою:

$$\text{SZFTV} = 100 + 5 (n_0 + n_f + (W_f / 10) - i) \quad (2)$$

де, n_0 – багатоплідність, гол. n_f – кількість поросят при відлученні, гол.; W_f – маса поросят при відлученні, кг; i – скореговане середнє значення по породі (стандарт).

Та селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок (СІВЯС), авторства [41]:

$$\text{СІВЯС} = 6X_1 + 9,34 (X_2/X_3), \quad (3)$$

де: СІВЯС – селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок; X_1 – багатоплідність, гол.; X_2 – маса гнізда поросят при відлученні, кг; X_3 – тривалість підсисного періоду, діб; 6 та 9,34 – коефіцієнти.

Після осіменіння свиноматок розраховували тривалість періоду від відлучення поросят до першого осіменіння свиноматки.

Для оцінки сили зав'язків між генотиповими та фенотиповими параметрами відтворювальної продуктивності було розраховано коефіцієнти фенотипової кореляції за методикою, запропонованою [42]. Інтерпретація сили цих кореляційних зав'язків здійснювалася згідно зі шкалою Чеддока [42], яка класифікує їх таким чином: зв'язок вважається слабким, якщо коефіцієнт кореляції становить 0,1–0,3; помірним – при значенні 0,3–0,5; помітним – від 0,5 до 0,7; високим – від 0,7 до 0,9; і дуже високим – від 0,9 до 0,99.

Для визначення впливу породи свиноматок та тривалості підсисного періоду на основні показники відтворювальної продуктивності було проведено двофакторний дисперсійний аналіз за методикою [42].

Аналіз отриманих у дослідженні даних проводився методами варіаційної статистики із застосуванням програмного забезпечення MS Excel 2016. Результати представлені у форматі $M \pm m$ (середнє арифметичне $\pm$ стандартна похибка середнього). Достовірність відмінностей між показниками оцінювалася за t -критерієм Стюдента, з такими рівнями значущості: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ та *** $p < 0,001$.

За результатами наших досліджень, представленими у таблиці 2, суттєвих розбіжностей у загальній кількості народжених поросят між піддослідними групами не виявлено. Однак, мінливість цієї ознаки була значно вищою у тварин породи ландрас порівняно з великою білою.

Аналогічно, багатоплідність свиноматок перебувала на однаковому рівні в усіх чотирьох піддослідних групах. Проте, мінливість цієї ознаки також виявилася вищою у тварин породи ландрас порівняно з аналогами великої білої породи.

Подібна ситуація спостерігалася і щодо маси гнізда при народженні. Значних розбіжностей між тваринами великої білої та ландрас порід не встановлено. Водночас, мінливість цієї ознаки у свиноматок великої білої породи виявилася дещо нижчою, ніж у тварин породи ландрас.

Щодо великоплідності, за нашими розрахунками, суттєвої різниці між тваринами великої білої та ландрас порід не виявлено, як за величиною самої ознаки, так і за показником її мінливості.

Таблиця 2

Відтворювальні якості свиноматок під час опоросу

Показник	Порода свиней							
	Ландрас				велика біла			
Група тварин	I		II		III		IV	
Тривалість лактації, діб	28		21		28		21	
Значення показника його похибка та мінливість	M±m	Cv%	M±m	Cv%	M±m	Cv%	M±m	Cv%
Загальна кількість народжених поросят, гол.	16,48± 0,620	17,2	16,45± 0,336	9,1	16,76± 0,390	10,7	16,50± 0,295	8,0
Багатоплідність, гол	15,52± 0,55	16,4	15,60± 0,28	8,2	15,67± 0,11	3,1	15,65± 0,13	3,8
Маса гнізда поросят при народженні, кг	20,0± 0,55	12,5	20,4± 0,31	6,7	20,0± 0,32	7,3	19,6± 0,32	7,2
Великоплідність, кг	1,30± 0,020	7,2	1,31± 0,019	6,4	1,28±0, 015	5,4	1,26±0, 021	7,5

Таким чином, за результатами проведеного дослідження встановлено, що порода свиноматок не мала суттєвого впливу на ключові показники продуктивності під час опоросу. Зокрема, загальна кількість народжених поросят, багатоплідність свиноматок та маса гнізда при народженні перебували на зіставному рівні як у тварин великої білої породи, так і у породи ландрас. Це свідчить про схожий репродуктивний потенціал цих порід на етапі опоросу.

Однак, було виявлено певні відмінності у мінливості ознак. Зокрема, у тварин породи ландрас спостерігалася вища мінливість за показниками загальної кількості народжених поросят, багатоплідності та маси гнізда при народженні порівняно з великою білою породою. Тобто обидві породи демонструють схожий рівень продуктивності під час опоросу, проте велика біла порода характеризується дещо стабільнішими результатами за деякими ключовими параметрами.

Аналіз продуктивності свиноматок під час відлучення поросят, представлений у таблиці 3, показав дещо інші результати. Так тривалість лактації у першій та третій групі свиноматок була близькою до 28 діб, що відповідає визначенню в методиці. Натомість, у другій та четвертій групах цей показник майже досягав 21 доби що погоджується з тривалістю цього періоду визначеного методикою. Мінливість тривалості лактації залишалася стабільною для обох порід та обох термінів відлучення. Збереженість поросят також суттєво не відрізнялась між групами і не залежала ані від породи тварин, ані від тривалості періоду лактації. Проте, мінливість цього показника також виявилась дещо вищою у тварин породи ландрас порівняно з великою білою породою.

Щодо показників кількості поросят при відлученні, то за однакової багатоплідності, збереженості поросят, цей показник не мав відмінностей як у

розрізі порід, так і у розрізі тривалості лактації. За цією ознакою також відзначено вищу мінливість у тварин породи Л порівняно з ВБ породою.

Таблиця 3

Відтворювальні якості свиноматок при відлученні

Показник	Порода свиней							
	ландрас				велика біла			
Група тварин	I		II		III		IV	
Тривалість лактації, діб	28		21		28		21	
Значення показника його похибка та мінливість	M±m	Cv%	M±m	Cv%	M±m	Cv%	M±m	Cv%
Тривалість лактації, діб	27,3±0,48	8,0	21,0±0,47	10,1	27,8±0,54	8,9	20,9±0,49	10,4
Збереженість поросят, %	87,06±2,57	13,53	87,49±1,85	9,44	87,22±1,33	6,97	86,90±1,35	
Кількість відлучених поросят, гол	13,33±0,40	13,90	13,60±0,28	9,05	13,67±0,23	7,79	13,80±0,17	5,56
Середня маса відлученого поросяти, кг	7,41±0,09 <i>aaa c ddd</i>	5,74	5,52±0,07	5,91	7,19±0,05 <i>eee fff</i>	3,09	5,36±0,07	5,53
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	98,29±2,45 <i>aaa ddd</i>	11,42	74,90±1,25	7,44	98,09±1,42 <i>eee fff</i>	6,66	73,83±0,70	4,26

Примітка: Вірогідність різниці ^{aaa} 1–2; ^{bbb} 1–3; ^{ccc} 1–4; ^{ddd} –2–3; ^{eee} 2–4; ^{fff} 3–4

Водночас проведений аналіз показав суттєві розбіжності між групами свиноматок з різною тривалістю лактації щодо маси гнізда поросят та індивідуальної їх маси при відлученні.

Зокрема, за масою гнізда поросят на момент відлучення тварини першої групи достовірно ($p < 0,001$) перевершували аналогів з другої групи на 23,39 кг та четвертої групи – на 24,46 кг. Водночас, свиноматки великої білої породи, у яких тривалість лактації складала 28 діб (третя група), також достовірно ($p < 0,001$) переважали аналогів з другої групи на 23,19 кг та тварин четвертої групи – на 24,26 кг. Тоді як між породами за цим показником суттєвої різниці не виявлено, як за стандартного, так і скороченого віку відлучення. Встановлено незначне перевищення за цим показником (на 0,2–1,7 кг) у свиноматок породи ландрас порівняно з аналогами великої білої породи. Мінливість цієї ознаки також виявилася вищою у свиноматок породи ландрас порівняно з великою білою породою. Водночас за середньою масою одного поросяти при відлученні, на відміну від попередніх показників, виявлено суттєві відмінності, як у розрізі порід, так і залежно від тривалості лактації. Зокрема, при стандартній тривалості лактації тварини породи ландрас мали на 0,23 кг ($p < 0,05$) вищу масу одного поросяти при відлученні порівняно з поросятами великої білої породи. Тоді як, за скороченого терміну відлучення

також спостерігалася перевага тварин породи ландрас над аналогами великої білої породи, яка становила 0,16 кг, проте ця різниця не була статистично достовірною.

При порівнянні груп тварин з різною тривалістю лактації закономірно виявилася перевага в індивідуальній масі однієї голови у поросят, відлучених при тривалішій лактації. Зокрема, у поросят великої білої породи ця перевага становила 1,83 кг ($p<0,001$), а у поросят породи ландрас – 1,89 кг ($p<0,001$). Водночас, поросята великої білої породи, які були відлучені на 21 добу, мали меншу масу на 2,05 кг ($p<0,001$) порівняно з аналогами породи ландрас, відлученими на 28 добу. І навпаки, поросята породи ландрас, відлучені на 21 день, поступалися аналогам великої білої породи, відлученим на 28 днів, на 1,66 кг. Мінливість цієї ознаки виявилася дещо нижчою порівняно з варіюванням маси гнізда при відлученні, але також була дещо вищою у тварин породи ландрас порівняно з великою білою породою

Дослідження показало, що тривалість лактації значно впливає на продуктивність свиноматок при відлученні. Так скорочення тривалості лактації на 23,4–32,5% призвело до зниження маси гнізда поросят при відлученні – на 23,19–24,46% та маси одного поросяти при відлученні – на 25,4–27,68%. Ці відмінності були статистично достовірними, підкреслюючи переваги довшого підсисного періоду для збільшення загальної маси гнізда. Збереженість поросят та їх кількість при відлученні виявилися стабільними та не залежали ані від породи, ані від тривалості лактації, хоча мінливість цих ознак була вищою у породи ландрас.

Таким чином, основний фактор, що впливає на масу гнізда та індивідуальну масу поросят при відлученні, – це тривалість лактації, тоді як порода може впливати на середню масу поросяти та мінливість окремих показників.

Інтенсивність росту поросят у підсисний період відрізняється як між різними породами, так і між групами з різною тривалістю лактації (табл. 4).

Таблиця 4

Інтенсивність росту підсисних поросят

Показник	Порода свиней			
	ландрас		велика біла	
Група тварин	I	II	III	IV
Тривалість лактації, діб	28	21	28	21
Абсолютний приріст, кг	6,11±0,09 <i>aaa ddd</i>	4,21±0,08	5,91±0,05 <i>eee fff</i>	4,10±0,07
Середньодобовий приріст, г	225±4,78 <i>aaa ddd</i>	202±3,84	214±4,29 <i>ff e</i>	198±4,23
Відносний приріст, %	140,22±0,94 <i>aaa bbb ccc ddd</i>	123,11±1,39	121,37±0,82	124,00±1,15

Примітка: вірогідність різниці ^{aaa} 1–2; ^{bbb} 1–3; ^{ccc} 1–4; ^{ddd} –2–3; ^{eee} 2–4; ^{fff} 3–4

Встановлено, що середньодобові прирости у поросят породи ландрас були на 4–5 г вищими порівняно з тваринами великої білої породи. Щодо

впливу тривалості лактації, серед тварин породи ландрас поросята, які мали підсисний період 28 діб перевершили своїх аналогів із 21–денним періодом на 23 г ($p<0,001$). Водночас, поросята великої білої породи відлучені у 21 день, мали середньодобові прирости на 17 г ($p<0,01$) нижчі порівняно з тваринами відлученими на 28 добу. Тоді як тварини породи ландрас, відлучені в 21 добу поступались поросятам великої білої породи відлученими в 28 діб лише 13 г ($p<0,05$). При цьому, поросята великої білої породи за 21–денного підсисного періоду високовірогідно поступалися аналогам породи ландрас за чотиритижневого підсисного періоду на 17 г ($p<0,001$).

Різна інтенсивність росту поросят у підсисний період та неоднакова тривалість цього періоду спричинили різні абсолютні прирости за цей період. Так, серед тварин породи ландрас абсолютні прирости за чотиритижневий підсисний період виявилися на 1,9 кг ($p<0,001$) вищими порівняно з тваринами цієї породи, які були відлучені у 21 день. Водночас, серед тварин великої білої породи така різниця становила 1,81 кг ($p<0,001$). Тоді як, різниця в абсолютних приростах між тваринами великої білої породи, відлученими у 21 день, та їхніми аналогами породи ландрас, відлученими у 28 діб, становила 2,01 кг ($p<0,001$). Одночасно різниця між тваринами великої білої породи, відлученими у 28 діб, та їхніми аналогами породи ландрас, відлученими у 21 день, становила 1,7 кг ($p<0,001$). При цьому різниця за абсолютними приростами між тваринами великої білої та ландрас порід за однакової тривалості підсисного періоду становила лише 0,11–0,20 кг на користь останніх і виявилась не вірогідною.

За відносними приростами встановлено суттєву перевагу тварин першої групи над аналогами з інших груп. Так тварин другої групи вони перевершували за цим показником на 17,11%, третьої – на 18,85%, а четвертої – на 16,22%. Водночас, різниця за відносними приростами між тваринами інших груп становила всього 0,89–2,63%. Отже, зменшення тривалості лактації на 23,0–32,5% спричинило зменшення середньодобових приростів на 6,1–12,0%, зменшення абсолютних приростів на 3,6–32,9% та відносних приростів на 1,7–18,9%.

Таким чином, різна тривалість підсисного періоду у поросят призводять до відмінностей в середньодобових, абсолютних та відносних приростах. Зокрема, у поросят породи ландрас, відлучених у 28 днів, абсолютні прирости були вищими на 1,9 кг порівняно з тими, що відлучені у 21 день, тоді як для великої білої породи ця різниця становила 1,81 кг. Загалом, ландраси мали незначну перевагу (0,11–0,20 кг) над великою білою породою за абсолютними приростами. Також спостерігалася суттєва перевага першої групи за відносними приростами (на 16,22–18,85%) над іншими, тоді як різниця між іншими групами була незначною (0,89–2,63%).

Отже, зменшення тривалості лактації на 23–32,5% негативно вплинуло на середньодобові (зниження на 6,1–12%), абсолютні (зниження на 3,6–32,9%) та відносні (зниження на 1,74–18,9%) прирости поросят. Тоді як в розрізі порід ця різниця становила всього 2,1–5,0% за середньодобовими, 2,6–3,3% за абсолютними та 0,89–118,9% за відносними приростами.

Для всебічної оцінки відтворювальних якостей свиноматок за різної тривалості лактації ми використовували три найбільш поширені комплексні індекси відтворювальної якості свиноматок, кожен з яких враховує різні аспекти відтворювальної здатності, дозволяючи отримати ширшу картину. Індекс відтворювальних якостей свиноматок з обмеженою кількістю ознак (ІВЯ) не мав суттєвої різниці як в розрізі порід (різниця становила 0,4–0,6%) так і між групами з різними тривалістю лактації (різниця становила 0,2–1,3%) (рис. 2).

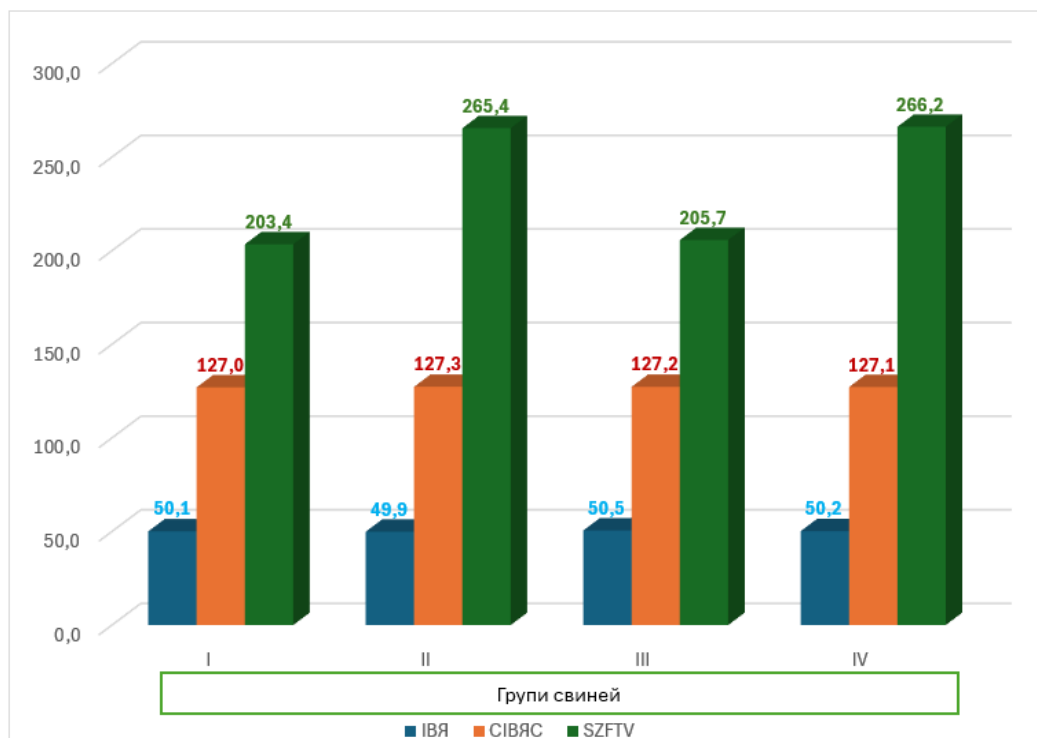


Рисунок 2. Індеси відтворювальних якостей свиноматок (рисунок авторів)

Селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок (СІВЯС) який включає багатоплідність та співвідношення маси гнізда при відлученні до віку відлучення також не мав відмінностей як розрізі порід, де різниця становила 0,1–0,2%, так і в розрізі груп з різною тривалістю лактації де різниця також становила 0,1–0,2%. Водночас SZFTV (комплексний продуктивний індекс відтворювальної здатності свиноматки та інтенсивності росту приплоду) який охоплює ширший спектр показників не мав суттєвих розбіжностей в розрізі порід, де різниця склала 0,3–1,1%. Тоді як між групами з різною тривалістю лактації встановлені високовірогідна різниця ($p < 0,001$) в межах 21,5–48,9% на користь груп з коротшою лактацією. Тривалість лактації суттєво впливала на тривалість періоду від відлучення до наступного прояву еструсу та осіменіння (табл. 5). Цей період був різним у великої білої та ландрас порід. Він виявився коротшим на 0,76–0,79 доби (13,9–16,7%) ($p < 0,05$) у тварин великої білої породи порівняно з ландрасами. Водночас він виявився суттєво коротшим на 0,55–1,34 доби (9,1–22,8%) ($p < 0,001$) у тварин зі стандартним періодом лактації порівняно зі скороченим. У тварин ВБ породи таке скорочення склало 0,55 доби (9,1%), тоді як у Л – 0,57 доби (10,5%).

Таблиця 5

Тривалість сервіс періоду, діб

Показник	Порода свиней			
	ландрас		велика біла	
Група тварин	I	II	III	IV
Тривалість лактації, діб	28	21	28	21
Тривалість періоду від відлучення до осіменіння, діб	5,48±0,22	6,05±0,28 ^{eee}	4,71±0,20 ^c	5,50±0,18
Cv,%	18,82	20,40	19,14	15,04

Примітка: вірогідність різниці ^{ccc} 1–4; ^{eee} 2–4.

Таким чином тривалість лактації значно впливає на інтервал між відлученням та наступним проявом еструсу й осіменінням. Він виявився суттєво коротшим (на 9,1–22,8%) у тварин зі стандартним періодом лактації порівняно з тваринами зі скороченою тривалістю підсисного періоду. Цей період також відрізняється залежно від породи: у тварин великої білої породи він був на 13,9–16,7% коротшим порівняно з ландрасами. У великої білої породи це скорочення становить 9,1%, а у ландрасів 10,5%.

За розрахунками коефіцієнти фенотипової кореляції між основними показниками відтворювальної здатності свиноматок великої білої та ландрас порід, які представлено в таблиці 6, кореляція між основними показниками відтворювальної здатності за класифікацією відповідно до шкали Чеддока для свиноматок обох порід знаходилась в межах від слабкої до високої.

Таблиця 6

Зв'язок відтворювальних якостей свиноматок великої білої та ландрас порід

Показник	ВНП	БП	ТЛ	КВП	МВП	МГВП	(ЗБ)	ТСП
Всього народжено поросят (ВНП)	1,00	0,78	0,00	0,16	–0,30	–0,16	–0,01	0,37
Багатоплідність (БП)	0,35	1,00	–0,11	0,42	–0,53	–0,12	0,21	0,39
Тривалість лактації (ТЛ)	0,02	–0,09	1,00	0,02	0,48	0,59	–0,08	0,06
Кількість відлучених поросят (КВП)	0,54	0,19	–0,21	1,00	–0,69	0,46	0,73	0,26
Маса однієї голови при відлученні (МВП)	–0,26	–0,03	0,18	–0,58	1,00	0,33	–0,55	–0,22
Маса гнізда при відлученні (МГВП)	0,54	0,22	–0,15	0,88	–0,13	1,00	0,27	0,07
Збереженість (ЗБ)	–0,55	–0,34	–0,26	0,22	–0,20	0,11	1,00	0,11
Тривалість сервіс періоду (ТСП)	0,60	0,35	0,01	0,32	–0,01	0,39	–0,43	1,00

Високий позитивний рівень кореляційних зв'язків встановлено для великої білої породи між загальною кількістю народжених поросят і багатоплідністю ($r = 0,78$) і кількістю відлучених поросят та масою гнізда при відлученні ($r = 0,88$) для тварин породи ландрас. Помітні прямі корелятивні

зв'язки встановлені для свиноматок породи ландрас між загальною кількістю народжено поросят і кількість відлучених поросят ($r = 0,54$) та тривалістю періоду від відлучення до осіменінні ($r = 0,60$), а для великої білої породи між тривалістю лактації та масою гнізда поросят при відлученні ($r = 0,59$). Зворотні помітні кореляційні зв'язки спостерігались в наших дослідженнях для свиней великої білої породи між масою одного поросяти при відлученні та багатоплідністю ($r = -0,53$), кількістю відлучених поросят ($r = -0,69$), та збереженістю ($r = -0,55$). Для породи ландрас такої сили і напрямку кореляція спостерігалась між кількістю відлучених поросят, та масою однієї голови при відлученні ($r = -0,58$), за загальною кількістю народжених поросят та збереженістю ($r = -0,55$).

Пряму кореляцію помірної сили виявлено для великої білої породи між: загальною кількістю народжених поросят та тривалістю сервіс-періоду ($r = 0,37$); багатоплідністю та кількістю відлучених поросят ($r = 0,42$) і тривалістю сервіс-періоду ($r = 0,39$); тривалістю лактації та масою одного поросяти при відлученні ($r = 0,48$); кількістю відлучених поросят та масою гнізда при відлученні ($r = 0,46$); масою однієї голови при відлученні та масою гнізда поросят ($r = 0,33$).

Для свиноматок породи ландрас встановлена пряма кореляція помірної сили, між загальною кількістю народжених поросят і багатоплідністю ($r = 0,35$); тривалістю сервіс періоду і багатоплідністю ($r = 0,35$), кількістю відлучених поросят ($r = 0,32$) та масою гнізда при відлученні ($r = 0,39$).

Зворотна помірна кореляція виявлена у свиней великої білої породи між загальною кількістю народжених поросят та масою одного поросяти при відлученні ($r = -0,30$), а для породи ландрас між збереженістю поросят та багатоплідністю ($r = -0,34$) і тривалістю сервіс періоду ($r = -0,43$).

Дослідження інших відтворювальних якостей чистопородних свиноматок великої білої породи виявило слабкий кореляційний зв'язок різної спрямованості, що коливався від ($r = -0,22$ до ($r = +0,26$). Зокрема, загальна кількість народжених поросят мала слабку позитивну кореляцію з кількістю поросят при відлученні ($r = 0,16$). Багатоплідність також демонструвала слабку позитивну кореляцію зі збереженістю ($r = 0,21$). Водночас, тривалість сервіс-періоду позитивно корелювала з кількістю відлучених поросят ($r = 0,26$), масою гнізда при відлученні ($r = 0,07$) та тривалістю лактації ($r = 0,06$).

Слабку зворотну кореляцію в наших дослідженнях виявлено у тварин великої білої породи між масою гнізда при відлученні та загальною кількістю народжених поросят ($r = -0,16$). Багатоплідність мала слабку негативну кореляцію з масою гнізда при відлученні ($r = -0,12$) та тривалістю лактації ($r = -0,11$). Тоді як тривалість лактації негативно корелювала зі збереженістю ($r = -0,08$). Тривалість сервіс-періоду слабо залежала від маси однієї голови при відлученні ($r = -0,22$). Водночас, між загальною кількістю народжених поросят та тривалістю лактації і збереженістю поросят зв'язок був практично відсутнім.

Для породи ландрас встановлено низку слабких позитивних кореляцій. Зокрема, між тривалістю лактації та загальною кількістю народжених поросят ($r = 0,02$), а також між тривалістю лактації та кількістю відлучених поросят ($r = 0,02$). Також виявлено слабкий позитивний зв'язок між багатоплідністю та кількістю відлучених поросят ($r = 0,19$). Схожа кореляція спостерігається між тривалістю лактації та масою однієї голови при відлученні ($r = 0,18$). Нарешті, багатоплідність показала слабку позитивну кореляцію як з кількістю поросят ($r = 0,22$), так і з масою гнізда при відлученні ($r = 0,22$).

Водночас для цієї породи свиней спостерігалася слабка негативна кореляція між тривалістю лактації та кількістю відлучених поросят ($r = -0,21$), масою гнізда при відлученні ($r = -0,15$), а також збереженістю ($r = -0,26$). Подібний негативний зв'язок виявлено між загальною кількістю народжених поросят, масою однієї голови поросят при відлученні ($r = -0,26$). Окрім того, індивідуальна маса поросят слабо негативно корелювала з масою гнізда при відлученні ($r = -0,13$), збереженістю ($r = -0,20$) та тривалістю сервіс-періоду ($r = -0,10$).

Таким чином високої сили прямі кореляційні зв'язки для свиноматок обох досліджуваних генотипів було встановлено між загальною кількістю народжених поросят і багатоплідністю та між кількістю відлучених поросят і масою їх гнізда в цей період. Для свиноматок обох порід встановлено помітні прямі кореляційні зв'язки. Зокрема, такі зв'язки спостерігаються між тривалістю лактації та масою гнізда при відлученні. Також прямі помітні кореляції виявлено між загальною кількістю народжених поросят на опорос та кількістю відлучених поросят, масою гнізда при відлученні і тривалістю сервіс-періоду.

Негативні помітні зв'язки для показників продуктивності свиноматок обох порід встановлено між масою однієї голови при відлученні та збереженістю, кількістю поросят при відлученні та багатоплідністю.

Помірна позитивна кореляція для показників продуктивності свиноматок встановлена між багатоплідністю та загальною кількістю народжених поросят. Також між кількістю відлучених поросят та тривалістю сервіс-періоду. Аналогічний зв'язок простежується між масою гнізда поросят при відлученні та їхньою кількістю при відлученні, а також між масою гнізда поросят при відлученні та тривалістю сервіс-періоду. Кількість відлучених поросят помірно позитивно корелює як з багатоплідністю, так і з тривалістю сервіс-періоду.

Зворотної дії та помірної сили кореляція для представників обох порід встановлена між збереженістю, з одного боку, та багатоплідністю і тривалістю сервіс-періоду, з іншого боку між рештою досліджуваних показників відтворювальної здатності встановлена слабка різнонаправлена кореляція в межах від ($r = -0,01$ до ($r = +0,26$) одиниць.

Для визначення впливу породи свиноматок та тривалості їх лактації на основні показники відтворювальної здатності було проведено двофакторний дисперсійний аналіз, який виявив наявність різностороннього впливу факторів породи та тривалості підсисного періоду на відтворні їх якості (рис. 3), коли

видно, що обидва ці фактори не мали суттєвого впливу на показник загальної кількості народжених поросят, багатоплідності свиноматок, збереженості поросят до відлучення та на показник кількості поросят при відлученні.

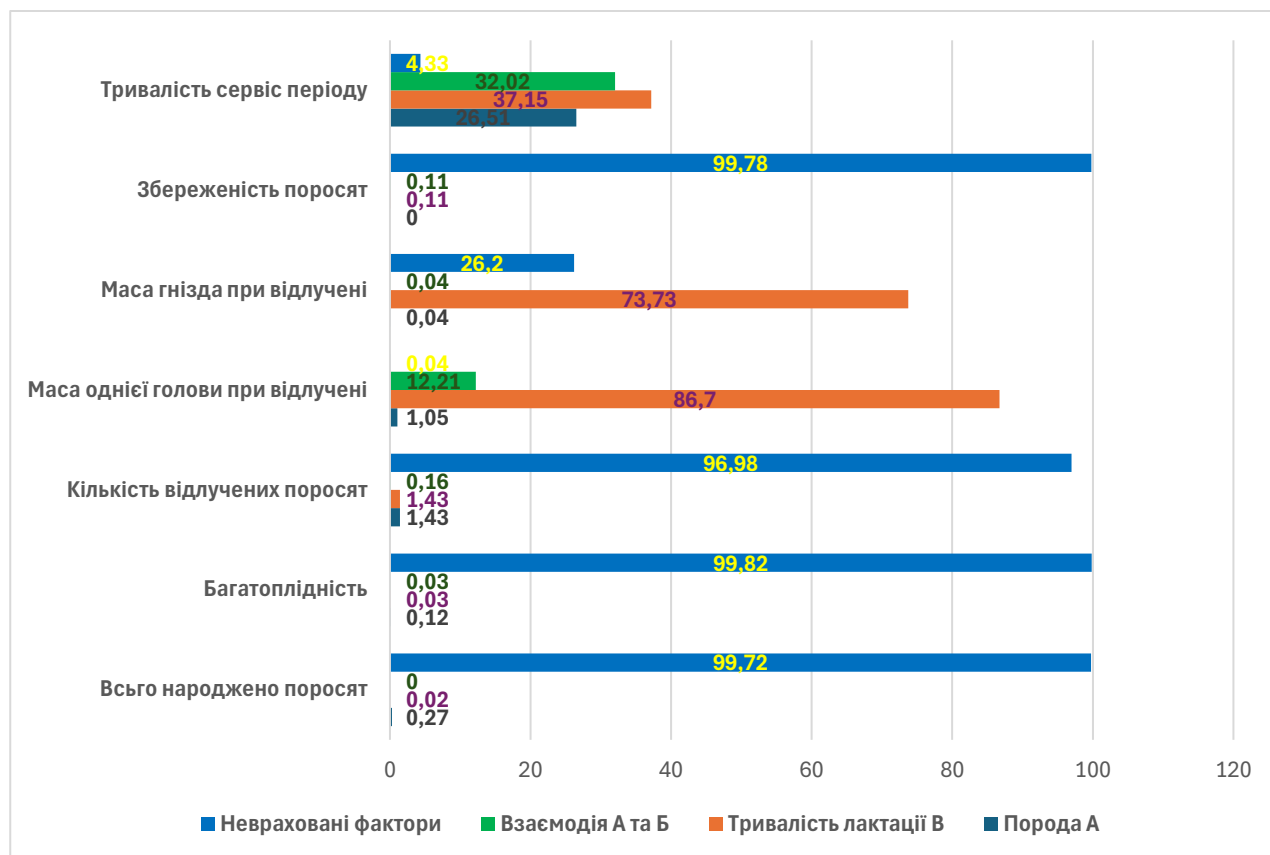


Рисунок 3. Сила впливу породи свиноматок та тривалості їхньої лактації на відтворювальні якості (рисунок авторів)

Тоді як обидва досліджувані фактори суттєво впливали на масу одного поросяти при відлученні. Найбільш виражений вплив мала тривалість лактації, яка пояснювала 86,7% варіабельності цієї ознаки ($F_{\text{розр.}} = 539,53 > F_{\text{крит.}} = 3,97$). Породна належність впливала з силою 1,05% ($F_{\text{розр.}} = 6,51 > F_{\text{крит.}} = 3,97$). При цьому взаємодія цих факторів не мала суттєвого впливу, а 12,21% варіабельності припадало на невраховані фактори.

На масу гнізда поросят при відлученні значний вплив мала лише тривалість лактації ($F_{\text{розр.}} = 213,89 > F_{\text{крит.}} = 3,97$). Ні порода тварин, ні взаємодія двох факторів не мали вірогідного впливу на цей показник. Невраховані фактори пояснювали 26,20% варіабельності маси гнізда поросят при відлученні.

Тривалість періоду від відлучення поросят до першого їх осіменіння (сервіс-період) піддавалася вірогідному впливу як обох факторів окремо, так і їхньої взаємодії. Порода чинила вплив на цю ознаку з силою 26,51% ($F_{\text{розр.}} = 465,49 > F_{\text{крит.}} = 3,97$), тривалість лактації – з силою 37,15% ($F_{\text{розр.}} = 652,27 > F_{\text{крит.}} = 3,97$). Взаємодія цих факторів пояснювала 32,02% варіабельності ($F_{\text{розр.}} = 562,15 > F_{\text{крит.}} = 3,97$), а невраховані фактори відповідали за 4,33 % впливу.

Отже, фактор породи мав вірогідний вплив на масу одного поросяти при відлученні (1,05%) та тривалість сервіс–періоду (26,51%). Тривалість лактації вірогідно впливала на масу одного поросяти при відлученні (86,7%), масу їх гнізда у цей період (73,73%), а також на тривалість періоду від відлучення

поросят до першого осіменіння свиноматки (37,15%). Взаємодія цих двох досліджуваних факторів мала вплив лише на тривалість сервіс–періоду свиноматок після досліджуваної лактації, складаючи 32,02%.

Обговорення. Наші висновки щодо відсутності суттєвого впливу породи свиноматок на ключові показники продуктивності під час опоросу співпадають з даними [11, 28, 37]. Однак ці результати суперечать заявам [34, 35], які зазначають, що багатоплідність свиноматки суттєво залежить від її породи та лінії.

Відсутність значної різниці (0,2–1,7%) у масі гнізда при відлученні між свиноматками великої білої та ландрас порід у наших дослідженнях не узгоджується з повідомленнями Tummaruk et al. (2000), які виявили переваги на 4,7% чистопородних свиноматок породи ландрас над аналогами великої білої породи. Також наші дані протирічать твердженням Ushakova (2016), яка повідомляє про підвищення маси гнізда поросят у гібридних гніздах порівняно з чистопородними аналогами великої білої породи на 5,6 кг. Водночас, наші результати співзвучні з повідомленнями [22], який вказує на відсутність вірогідного впливу породних поєднань свиноматок $L_{\text{♀}} \times VB_{\text{♂}}$ та $VB_{\text{♀}} \times L_{\text{♂}}$ на масу гнізда поросят при відлученні, як за стандартної, так і за скороченої тривалості лактації.

Інформація, отримана в наших дослідженнях, стосовно того, що тривалість лактації не вплинула на загальну кількість поросят при народженні, багатоплідність та великоплідність свиноматок, підтверджується дослідженнями [21, 29, 33, 37] та про те що, тривалість лактації значно впливає на продуктивність свиноматок при відлученні, призводячи до зниження маси гнізда поросят та маси одного поросяти при відлученні. Це співзвучно з повідомленнями [11, 29, 33, 36, 44].

Наші висновки про те, що сервіс–період виявився суттєво коротшим у тварин зі стандартним періодом лактації порівняно з тваринами зі скороченою лактацією, співпали з повідомленнями [11, 21, 26], які стверджують, що у свиноматок із коротким періодом лактації збільшується наступний сервіс–період. Однак це суперечить заявам [16], які стверджують, що тривалість лактації не мала впливу на тривалість сервіс–періоду, та повідомленням [29], де зазначається, що довша лактація призводить до збільшення часу від опоросу до осіменіння.

Наші висновки стосовно того, що сервіс–період у тварин великої білої породи був коротшим порівняно з ландрасами, не узгоджуються з повідомленнями [28, 31, 36], які вказують на відсутність різниці у тривалості сервіс–періоду свиноматок великої білої та ландрас порід. Водночас, вони співзвучні з роботами [11, 16], де виявлена різниця за цією ознакою у цих порід.

Наші висновки про те, що фактор породи та тривалість лактації не впливали на багатоплідність свиноматок, співзвучні з даними [17, 37, 45].

Водночас, наші дані про те, що ці фактори мали вірогідний вплив на масу одного поросяти при відлученні та на тривалість сервіс–періоду, узгоджуються з даними [36]. Тривалість лактації вірогідно впливала на масу одного поросяти при відлученні та масу їхнього гнізда у цей період, що співпадає з даними [37]. Взаємодія цих двох досліджуваних факторів мала вплив лише на тривалість сервіс–періоду, що узгоджується з даними [23, 29].

У роботах [26] встановлено негативний зв'язок між інтервалом від відлучення до осіменіння та тривалістю лактації, тоді як у наших дослідженнях такий зв'язок був майже відсутній ($r = 0,06$ для великої білої і $r = -0,01$ для породи ландрас). Іноземні науковці [16] вказують на позитивний зв'язок між довшим сервіс–періодом і багатоплідністю, що підтверджується і нашими дослідженнями, які вказують на помірні позитивні зв'язки між цими ознаками як для великої білої ($r = 0,39$), так і для ландрас ($r = 0,35$) порід. Натомість інші автори [23, 46, 47, 48] виявили негативну кореляцію між інтервалом від відлучення до осіменіння та розміром посліду.

Вважаємо за доцільне продовжити вивчення впливу тривалості лактації на подальшу продуктивність свиноматок основних материнських порід, що дозволить нам глибше зрозуміти механізми, які лежать в основі взаємозв'язку між періодом лактації та репродуктивними показниками, а також розробити оптимальні стратегії управління для підвищення ефективності свинарства.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Встановлено, що скорочення тривалості лактації призвело до суттєвого зниження середньодобових, абсолютних та відносних приростів поросят, маси одного поросяти та їх гнізда при відлученні. Тоді як в розрізі порід ця різниця була суттєво меншою.

Доведено, що сервіс період виявився суттєво коротшим у тварин зі стандартним періодом лактації порівняно з тваринами зі скороченою лактацією. Цей період у тварин великої білої породи він був коротшим порівняно з ландрасами.

Виявлено високі прямі кореляції між загальною кількістю народжених поросят та багатоплідністю, а також між кількістю відлучених поросят і масою їх гнізда у цей період.

Встановлено, що фактор породи мав вірогідний вплив на масу одного поросяти при відлученні та на тривалість сервіс–періоду, а тривалість лактації вірогідно впливала на масу одного поросяти при відлученні, масу їх гнізда у цей період та на тривалість сервіс періоду. Взаємодія цих двох досліджуваних факторів мала вплив лише на тривалість сервіс–періоду.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на глибше вивчення механізмів впливу тривалості лактації та генетичних особливостей свиноматок на відновлення їх репродуктивної функції після відлучення поросят, а також на оптимізацію параметрів відлучення для різних порід.

Список використаної літератури

1. Виноградський А. І. Раннє відлучення поросят. Київ : Урожай, 1975. 64 с.
2. Баньковська І. Б., Волощук В. М., Подобєд Л. І., Смилов С. Ю. Модель оптимізації виробництва якісної свинини в сучасних умовах товарного свинарства. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2016. Вип. 250. С. 114–124.
3. Turpin, D. L., Langendijk, P., Chen, T. Y., & Pluske, J. R. (2016). Intermittent suckling in combination with an older weaning age improves growth, feed intake and aspects of gastrointestinal tract carbohydrate absorption in pigs after weaning. *Animals*, 6(11), 66. <https://doi.org/10.3390/ani6110066>
4. Leibbrandt, V. D., Ewan, R. C., & Zimmerman, D. R. (1975). Effect of weaning and age at weaning on baby pig performance. *Journal of Animal Science*, 40, 1077–1080.
5. Jarvis, S., Moinard, C., Robson, S. K., Baxter, E. M., Ormandy, E., Douglas, A. J., Edwards, S. A., & Russell, J. A. (2008). Effects of weaning age on the behavioural and neuroendocrine development of piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, 110(1–2), 166–181. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.04.004>
6. Peet, B. (2003, February). Is it time to re-assess your weaning age? *Western Hog Journal*. Retrieved February 22, 2025, from <https://www.thepigsite.com/articles/807/is-it-time-to-reassess-your-weaning-age>
7. Pluske, J., Payne, H., Williams, I. H., & Mullan, B. (2005). Early feeding for lifetime performance of pigs. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, 15, 171–181.
8. Whiting, T., & Pasma, T. (2008). Isolated weaning technology: Humane benefits and concerns in the production of pork. *The Canadian Veterinary Journal*, 49(3), 293–301.
9. Iida, R., & Koketsu, Y. (2013). Interactions between climatic and production factors on returns of female pigs to service during summer in Japanese commercial breeding herds. *Theriogenology*, 80(5), 487–493. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.05.011>
10. Koketsu, Y., & Dial, G. D. (1998). Interactions between the associations of parity, lactation length, and weaning-to-conception interval with subsequent litter size in swine herds using early weaning. *Preventive Veterinary Medicine*, 37(2), 113–120.
11. Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A. M., Kunavongkrit, A., & Einarsson, S. (2001). Weaning-to-service interval in primiparous sows and its relationship with longevity and piglet production. *Livestock Production Science*, 69, 155–162. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00256-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00256-6)
12. Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S., & Dalin, A. M. (2000). Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows: II. Effect of mating type, weaning-to-first-service interval and lactation length. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 50, 217–224. <https://doi.org/10.1080/090647000750014340>
13. Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M., & Kunavongkrit, A. (2010). Influence of repeat-service and weaning-to-first-service interval on farrowing proportion of gilts and sows. *Preventive Veterinary Medicine*, 96, 194–200. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.06.003>
14. Karvelienė, B., Šernienė, L., & Riškevičienė, V. (2008). Effect of different factors on weaning to first service interval in Lithuanian pig herds. *Veterinarija Ir Zootechnika*, 41(63), 64–69.
15. Nam, N. H., & Sukon, P. (2023). Mutual relationship between litter size and weaning to first service interval in the sow. *International Journal of Veterinary Science*, 12(5), 672–675. <https://doi.org/10.47278/journalijvs/2023043.2023Muzio>
16. Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A. M., Kunavongkrit, A., & Einarsson, S. (2000). Effects of lactation length and weaning-to-service interval on subsequent farrowing rate and litter size in Landrace and Yorkshire sows in Thailand. *Theriogenology*, 54, 1525–1536. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00472-6](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00472-6)

17. Vesseur, P. C., Kemp, B., & den Hartog, L. A. (1994). Factors affecting the weaning-to-estrus interval in the sow. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 72, 225–233. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1994.tb00391.x>
18. Iida, R., Piñeiro, C., & Koketsu, Y. (2021). Timing and temperature thresholds of heat stress effects on fertility performance of different parity sows in Spanish herds. *Journal of Animal Science*, 99, 1–11. <https://doi.org/10.1093/jas/skab173>
19. Iida, R., & Koketsu, Y. (2013). Quantitative associations between outdoor climate data and weaning-to-first-mating interval or adjusted 21-day litter weights during summer in Japanese swine breeding herds. *Livestock Science*, 152(2), 532–560. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.12.014>
20. Almeida, L. M. D., Bassi, L. S., Santos, M. C. D., Orlando, U. A. D., Goncalves, M. A. D., Maiorka, A., & Scandolera, A. J. (2020). Feeding level and diet type during the wean-to-estrus interval on the reproductive performance of sows. *Ciência Rural, Santa Maria*, 50(12), e20200069. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200069>
21. Hays, V. W., Krug, J. L., Cromwell, G. L., Dutt, R. H., & Kratzer, D. D. (1978). Effect of lactation length and dietary antibiotics on reproductive performance of sows. *Journal of Animal Science*, 46(4), 884–891. <https://doi.org/10.2527/jas1978.464884x>
22. Швачка Р. П. Вплив тривалості лактації, пори року, віку, породних поєднань свиноматок на відтворювальні показники їх продуктивності. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво». 2021. Вип. 3 (46). С. 107–120. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/9541/1/10.pdf>
23. Nam, N. H., & Sukon, P. (2023). Mutual relationship between litter size and weaning to first service interval in the sow. *International Journal of Veterinary Science*, 12(5), 672–675. <https://doi.org/10.47278/journalijvs/2023043.2023Muzio>
24. Kemp, B., & Soede, M. N. (1996). Relationship of weaning-to-oestrus interval to timing of ovulation and fertilization in sows. *Journal of Animal Science*, 74, 944–949.
25. Koketsu, Y., Dial, G. D., & King, V. L. (1997). Influence of various factors on farrowing rate on farms using early weaning. *Journal of Animal Science*, 75, 2580–2587. <https://doi.org/10.2527/1997.75102580x>
26. Iida, R., & Koketsu, Y. (2014). Climatic factors associated with peripartum pig deaths during hot and humid or cold seasons. *Preventive Veterinary Medicine*, 115(1–2), 166–172. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.03.019>
27. Dewey, C. E., Martin, S. W., Friendship, R. M., & Wilson, M. R. (1994). The effects on litter size of previous lactation length and previous weaning-to-conception interval in Ontario swine. *Preventive Veterinary Medicine*, 18(3), 213–223. [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(94\)90077-9](https://doi.org/10.1016/0167-5877(94)90077-9)
28. Segura Correa, J. C., Herrera-Camacho, J., Pérez-Sánchez, R. E., & Gutiérrez-Vázquez, E. (2014). Effect of lactation length, weaning to service interval and farrowing to service interval on next litter size in a commercial pig farm in Mexico. *Livestock Research for Rural Development*, 26(1), 12.
29. Xue, J. L., Dial, G. D., Marsh, W. E., Davies, P. R., & Momont, H. W. (1993). Influence of lactation length on sow productivity. *Livestock Production Science*, 34(3–4), 253–265. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90111-T](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90111-T)
30. Fahmy, M. H., Holtmann, W. B., & Baker, R. D. (1979). Failure to recycle after weaning, and weaning to oestrus interval in crossbred sows. *Animal Production*, 29, 193–202.
31. Koketsu, Y., Tani, S., & Iida, R. (2017). Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management*, 3, 1. <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0049-7>
32. Muzio, F. D., Galli, M. C., Paoluzzi, O., Crociati, M., & Sylla, L. (2023). Does social competition affect the reproductive performance of sows moved to group housing after weaning? *Large Animal Review*, 29, 21–26.

33. Ushakova, S. (2016). Influence of boars of different breeds on reproductive qualities of sows in multipedigree crossbreeding. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, (94)2, 68–69.
34. Banville, M., Riquet, J., Bahun, D., Sourdoux, M., & Can. (2015). Genetic parameters for litter size, piglet growth and sow's early growth and body composition in the Chinese–European line Tai Zumu. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 132, 328–337. <https://doi.org/10.1111/jbg.12122>
35. Putz, A. M., Tiezzi, F., Maltecca, C., Gray, K. A., & Knauer, M. T. (2015). Variance component estimates for alternative litter size traits in swine. *Journal of Animal Science*, 93, 5153–5163. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9416>
36. Швачка Р. П. Оптимізація технології виробництва свинини за різних термінів відлучення поросят від свиноматок : дис. ... д-ра філософії : 204 – технологія виробництва продуктів тваринництва / Швачка Роман Петрович ; Сумський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України. Суми, 2022. 190 с. URL: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/10220/1/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%A8%D0%B2%D0%B0%D1%87%D0%BA%D0%B0%20%D0%A0.%20%D0%9F.%20.pdf>
37. Швачка Р. П., Повод М. Г. Вплив факторів поєднання порід та тривалості підсисного періоду на відтворювальні якості свиноматок. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво». 2020. Вип. 1 (40). С. 94–102. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.1.14>.
38. Ладика В. І., Хмельничий Л. М., Повод М. Г. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: підручник для аспірантів. Одеса : Олді+, 2023. 244 с.
39. Ібатулін І. І., Жукорський О. М. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві. Київ, 2017. 328 с.
40. Radnóczy, L., Novozánszky, G., Baltay, M., Csóka, L., Eicher, J., & Fekete, B. (2017). *Ertés teljesítményvizsgálata kódex* (p. 39). Budapest. http://www.mfse.eu/modul/files/kdex_8_2017.pdf
41. Церенюк А. М., Хватов А. І., Стрижак Т. А. Оцінка ефективності індексів материнської продуктивності свиней. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Тваринництво. 2010. Т. 3(42). С. 73–77. URL: <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/6689.pdf>
42. Geraghty, M. A. (2018). *Inferential statistics and probability: A holistic approach*. Retrieved from <https://nebula2.deanza.edu/~mo/holisticInference.html> and <https://www.professormo.com/holistic/HolisticStatisticsCurrent.pdf>
43. Bruun, T. S., Amdi, C., Vinther, J., Schop, M., Strathe, A. B., & Hansen, C. F. (2016). Reproductive performance of "nurse sows" in Danish piggeries. *Theriogenology*, 86, 981–987. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.03.023>
44. Hilgemberg, L. O., Andretta, I., Mariani, A. B., Neimaier, A., Valk, M., Bittarello, F., Hilgemberg, R., & Lehnen, C. R. (2023). Decision trees as a tool for selecting sows in commercial herds. *Scientia Agricola*, 81, e20230002. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2023-0002>
45. Carrión-López, M. J., Orengo, J., Madrid, J., Vargas, A., & Martínez-Miró, S. (2022). Effect of sow body weight at first service on body status and performance during first parity and lifetime. *Animals*, 12, 3399. <https://doi.org/10.3390/animals12103399>
46. Nguyen, H. N., & Sukon, P. (2025). Factors associated with weaning to service interval in the sow. *International Journal of Veterinary Science*, 14(3), 565. <https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2024.275>
47. Cavalcante Neto, A., Lui, J. F., Sarmento, J. L. R., Ribeiro, M. N., Monteiro, J. M. C., & Tonhati, H. (2008). Fatores ambientais e estimativa de herdabilidade para o intervalo desmame-cio de fêmeas suínas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(11), 1953–1958.

48. Седіло Г. С., Корниєнко П. П., Малахова Т. А. Кренева Т. В., Маменко А. М. Ефективність вирощування поросят за різних термінів їх відлучення Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. 2017. Вип. 33. Ч. 1, С. 129–134.

Shostya Anatoliy,

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine.

ORCID: 0000–0002–1475–2364

E-mail: anatoliy.shostya@pdau.edu.ua

Shpyrna Ivan,

Recipient of the Third Degree of Higher Education in the Specialty Technology of Production and Processing of Livestock Products, Postgraduate Student

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

ORCID: 0000–0002–2370–7047

E-mail: despart1992@gmail.com

THE INFLUENCE OF BREEDS AND LACTATION DURATION ON THE REPRODUCTIVE QUALITIES OF SOWS IN INDUSTRIAL PRODUCTION

Abstract

Our present article aimed to determine the influence of breed and duration of the suckling period on the reproductive qualities of sows, the growth rate of their piglets, and the duration of the subsequent service period. It was found that the breed of sows did not significantly affect key performance indicators during farrowing. Meanwhile, the duration of lactation significantly affects the productivity of sows when weaning. Thus, a reduction in the duration of lactation by 23.4–32.5% led to a decrease in the mass of the piglet litter at weaning by 23.19–24.46% and the mass of a single piglet at weaning by 25.4–27.68%. The survival of piglets and their number at weaning were stable and did not depend on either the breed or the duration of lactation, although the variability of these traits was higher in the Landrace breed. It was found that a decrease in the duration of lactation negatively affected the average daily (decrease by 6.1–12%), absolute (decrease by 3.6–32.9%) and relative (decrease by 1.74–18.9%) gains of piglets. While in the context of breeds this difference was only 2.1–5.0% in terms of average daily, 2.6–3.3% in terms of absolute and 0.89–118.9% in terms of relative gains. It was proven that the duration of lactation significantly affects the interval between weaning and the next manifestation of estrus. It was considerably shorter (by 9.1–22.8%) in animals with a standard lactation period compared to animals with a reduced duration of the suckling period. This period also differs depending on the breed: in animals of the Large White breed, it was 13.9–16.7% shorter compared to Landraces. High direct correlations were found between the total number of piglets born and multiparity and between the number of piglets weaned and the weight of their litter during this period. Significant direct relationships were observed between the duration of lactation and the weight of the litter at weaning; between the total number of piglets born per farrowing and the number of piglets weaned, the weight of the litter at weaning, and the duration of the service period. Significant inverse relationships were established between the weight of one head at weaning and survival and between the number of piglets at weaning and multiparity. A moderate positive correlation is observed between multiparity and the total number of piglets born, between the number of weaned piglets and the duration of the service period, between the mass of the piglet litter at weaning and their number, as well as with the duration of the service period. The number of weaned piglets is

moderately positively correlated with both multiparity and the duration of the service period. A moderate inverse correlation is established between survival, on the one hand, and multiparity and the duration of the service period, on the other hand. It was found that the breed factor significantly affected the mass of one piglet at weaning (1.05%) and the duration of the service period (26.51%). The duration of lactation significantly affected the weight of one piglet at weaning (86.7%), the weight of their litter during this period (73.73%), as well as the duration of the period from weaning of piglets to the first insemination of the sow (37.15%). The interaction of these two studied factors only affected the duration of the service period of sows after the studied lactation, amounting to 32.02%.

Keywords: sow, farrowing, lactation, service period, piglets, growth, correlation, dispersion

References

1. Vinogradsky, A. I. (1975). Early weaning of piglets. Kyiv: Urozhay, 64 p.
2. Bankovska, I. B., Voloshchuk, V. M., Podobed, L. I., & Smyslov, S. Yu. (2016), Model for optimizing the production of high-quality pork in modern conditions of commercial pig farming. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seria: Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnystva, 250, 114–124.
3. Turpin, D. L., Langendijk, P., Chen, T. Y., & Pluske, J. R. (2016). Intermittent suckling in combination with an older weaning age improves growth, feed intake and aspects of gastrointestinal tract carbohydrate absorption in pigs after weaning. *Animals*, 6(11), 66. <https://doi.org/10.3390/ani6110066>
4. Leibbrandt, V. D., Ewan, R. C., & Zimmerman, D. R. (1975). Effect of weaning and age at weaning on baby pig performance. *Journal of Animal Science*, 40, 1077–1080.
5. Jarvis, S., Moinard, C., Robson, S. K., Baxter, E. M., Ormandy, E., Douglas, A. J., Edwards, S. A., & Russell, J. A. (2008). Effects of weaning age on the behavioural and neuroendocrine development of piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, 110(1–2), 166–181. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.04.004>
6. Peet, B. (2003, February). Is it time to re-assess your weaning age? *Western Hog Journal*. Retrieved February 22, 2025, from <https://www.thepigsite.com/articles/807/is-it-time-to-reassess>
7. Pluske, J., Payne, H., Williams, I. H., & Mullan, B. (2005). Early feeding for lifetime performance of pigs. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, 15, 171–181.
8. Whiting, T., & Pasma, T. (2008). Isolated weaning technology: Humane benefits and concerns in the production of pork. *The Canadian Veterinary Journal*, 49(3), 293–301.
9. Iida, R., & Koketsu, Y. (2013). Interactions between climatic and production factors on returns of female pigs to service during summer in Japanese commercial breeding herds. *Theriogenology*, 80(5), 487–493. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.05.011>
10. Koketsu, Y., & Dial, G. D. (1998). Interactions between the associations of parity, lactation length, and weaning-to-conception interval with subsequent litter size in swine herds using early weaning. *Preventive Veterinary Medicine*, 37(2), 113–120.
11. Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A. M., Kunavongkrit, A., & Einarsson, S. (2001). Weaning-to-service interval in primiparous sows and its relationship with longevity and piglet production. *Livestock Production Science*, 69, 155–162. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00256-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00256-6)
12. Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S., & Dalin, A. M. (2000). Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows: II. Effect of mating type, weaning-to-first-service interval and lactation length. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 50, 217–224. <https://doi.org/10.1080/090647000750014340>
13. Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M., & Kunavongkrit, A. (2010). Influence of repeat-service and weaning-to-first-service interval on farrowing proportion of gilts and sows. *Preventive Veterinary Medicine*, 96, 194–200. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.06.003>

14. Karvelienė, B., Šernienė, L., & Riškevičienė, V. (2008). Effect of different factors on weaning to first service interval in Lithuanian pig herds. *Veterinarija Ir Zootechnika*, 41(63), 64–69.
15. Nam, N. H., & Sukon, P. (2023). Mutual relationship between litter size and weaning to first service interval in the sow. *International Journal of Veterinary Science*, 12(5), 672–675. <https://doi.org/10.47278/journalijvs/2023043.2023Muzio>
16. Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A. M., Kunavongkrit, A., & Einarsson, S. (2000). Effects of lactation length and weaning-to-service interval on subsequent farrowing rate and litter size in Landrace and Yorkshire sows in Thailand. *Theriogenology*, 54, 1525–1536.
17. Vesseur, P. C., Kemp, B., & den Hartog, L. A. (1994). Factors affecting the weaning-to-estrus interval in the sow. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 72, 225–233.
18. Iida, R., Piñeiro, C., & Koketsu, Y. (2021). Timing and temperature thresholds of heat stress effects on fertility performance of different parity sows in Spanish herds. *Journal of Animal Science*, 99, 1–11. <https://doi.org/10.1093/jas/skab173>
19. Iida, R., & Koketsu, Y. (2013). Quantitative associations between outdoor climate data and weaning-to-first-mating interval or adjusted 21-day litter weights during summer in Japanese swine breeding herds. *Livestock Science*, 152(2), 532–560. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.12.014>
20. Almeida, L. M. D., Bassi, L. S., Santos, M. C. D., Orlando, U. A. D., Goncalves, M. A. D., Maiorka, A., & Scandolera, A. J. (2020). Feeding level and diet type during the wean-to-estrus interval on the reproductive performance of sows. *Ciência Rural*, Santa Maria, 50(12), e20200069. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200069>
21. Hays, V. W., Krug, J. L., Cromwell, G. L., Dutt, R. H., & Kratzer, D. D. (1978). Effect of lactation length and dietary antibiotics on reproductive performance of sows. *Journal of Animal Science*, 46(4), 884–891. <https://doi.org/10.2527/jas1978.464884x>
22. Shvachka, R. P. (2021). The influence of lactation duration, season, age, and breed combinations of sows on reproductive performance indicators. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya «Tvarynnystvo»*, 3(46), 107–120: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/9541/1/10.pdf4>
23. Nam, N. H., & Sukon, P. (2023). Mutual relationship between litter size and weaning to first service interval in the sow. *International Journal of Veterinary Science*, 12(5), 672–675. <https://doi.org/10.47278/journalijvs/2023043.2023Muzio>
24. Kemp, B., & Soede, M. N. (1996). Relationship of weaning-to-oestrus interval to timing of ovulation and fertilization in sows. *Journal of Animal Science*, 74, 944–949.
25. Koketsu, Y., Dial, G. D., & King, V. L. (1997). Influence of various factors on farrowing rate on farms using early weaning. *Journal of Animal Science*, 75, 2580–2587.
26. Iida, R., & Koketsu, Y. (2014). Climatic factors associated with peripartum pig deaths during hot and humid or cold seasons. *Preventive Veterinary Medicine*, 115(1–2), 166–172. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.03.019>
27. Dewey, C. E., Martin, S. W., Friendship, R. M., & Wilson, M. R. (1994). The effects on litter size of previous lactation length and previous weaning-to-conception interval in Ontario swine. *Preventive Veterinary Medicine*, 18(3), 213–223. <https://doi.org/10.1016/0167>
28. Segura Correa, J. C., Herrera-Camacho, J., Pérez-Sánchez, R. E., & Gutiérrez-Vázquez, E. (2014). Effect of lactation length, weaning to service interval and farrowing to service interval on next litter size in a commercial pig farm in Mexico. *Livestock Research for Rural Development*, 26(1), 12.
29. Xue, J. L., Dial, G. D., Marsh, W. E., Davies, P. R., & Momont, H. W. (1993). Influence of lactation length on sow productivity. *Livestock Production Science*, 34(3–4), 253–265. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90111-T](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90111-T)
30. Fahmy, M. H., Holtmann, W. B., & Baker, R. D. (1979). Failure to recycle after weaning, and weaning to oestrus interval in crossbred sows. *Animal Production*, 29, 193–202.

31. Koketsu, Y., Tani, S., & Iida, R. (2017). Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management*, 3, 1. <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0049-7>
32. Muzio, F. D., Galli, M. C., Paoluzzi, O., Crociati, M., & Sylla, L. (2023). Does social competition affect the reproductive performance of sows moved to group housing after weaning? *Large Animal Review*, 29, 21–26.
33. Ushakova, S. (2016). Influence of boars of different breeds on reproductive qualities of sows in multipedigree crossbreeding. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, (94)2, 68–69.
34. Banville, M., Riquet, J., Bahun, D., Sourdoux, M., & Can. (2015). Genetic parameters for litter size, piglet growth and sow's early growth and body composition in the Chinese–European line Tai Zumu. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 132, 328–337.
35. Putz, A. M., Tiezzi, F., Maltecca, C., Gray, K. A., & Knauer, M. T. (2015). Variance component estimates for alternative litter size traits in swine. *Journal of Animal Science*, 93, 5153–5163. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9416>
36. Shvachka, R. (2022). Optimization of pork production technology for different weaning dates of piglets from sows: PhD dissertation. Sumy, 190 p. URL: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/10220/1/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%A8%D0%B2%D0%B0%D1%87%D0%BA%D0%B0%20%D0%A0.%20%D0%9F.%20.pdf>
37. Shvachka, R. P., & Povod, M. G. (2020). The influence of factors of breed combination and duration of suckling period on reproductive qualities of sows. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya «Tvarynnystvo»*, 1(40), 94–102.
38. Ladyka, V. I., Khmelnychyy, L. M., & Povod, M. G. (2023). Technology of production and processing of livestock products: a textbook for graduate students. Odesa: Oldi+, 244 p.
39. Ibatulin, I. I., & Zhukorskyi, O. M. (2017). Methodology and organization of scientific research in animal husbandry. Kyiv, 328 p.
40. Radnóczy, L., Novozánszky, G., Baltay, M., Csóka, L., Eicher, J., & Fekete, B. (2017). Ertés teljesítményvizsgálati kódex (p. 39). Budapest. http://www.mfse.eu/modul/_files/k_dex_8_2017.pdf
41. Tsereniuk, A. M., Khvatov, A. I., & Stryzhak, T. A. (2010). Evaluation of the effectiveness of maternal productivity indices of pigs. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Tvarynnystvo*, 3(42), 73–77. <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/6689.pdf>
42. Geraghty, M. A. (2018). Inferential statistics and probability: A holistic approach. Retrieved from <https://nebula2.deanza.edu/~mo/holisticInference.html>
43. Bruun, T. S., Amdi, C., Vinther, J., Schop, M., Strathe, A. B., & Hansen, C. F. (2016). Reproductive performance of "nurse sows" in Danish piggeries. *Theriogenology*, 86, 981–987. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.03.023>
44. Hilgemberg, L. O., Andretta, I., Mariani, A. B., Neimaier, A., Valk, M., Bittarello, F., Hilgemberg, R., & Lehn, C. R. (2023). Decision trees as a tool for selecting sows in commercial herds. *Scientia Agricola*, 81, e20230002. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2023-0002>
45. Carrión-López, M. J., Orengo, J., Madrid, J., Vargas, A., & Martínez-Miró, S. (2022). Effect of sow body weight at first service on body status and performance during first parity and lifetime. *Animals*, 12, 3399. <https://doi.org/10.3390/animals12103399>
46. Nguyen, H. N., & Sukon, P. (2025). Factors associated with weaning to service interval in the sow. *International Journal of Veterinary Science*, 14(3), 565. <https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2024.275>
47. Cavalcante Neto, A., Lui, J. F., Sarmiento, J. L. R., Ribeiro, M. N., Monteiro, J. M. C., & Tonhati, H. (2008). Fatores ambientais e estimativa de herdabilidade para o intervalo desmame–cio de fêmeas suínas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(11), 1953–1958.

48. Sedilo, G. S., Kornienko, P. P., Malakhova, T. A. Kreneva, T. V., & Mamenko, A. M. (2017). Efficiency of raising piglets at different weaning dates Problemy zooinzhenerii ta veterynarnoi medytsyny, 33(1), 129–134.

Стаття надійшла до редакції 26 червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 27 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.

DOI 10.37000/abbsl.2025.115.18
UDK 636:631.147:338.439.02(4-11)

Vasile Maciuk,

PhD. Habilitated, Professor of the Department of Animal Resources and Technologies,
«Ion Ionescu de la Brad» University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi, Romania
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2360-2958>
email: vasile.maciuc@iuls.ro

Natalia Kirovich,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Livestock Production and Processing,
Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-9177-8832
email: kirovich.natalya.2017@gmail.com

Ruslan Susol,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Livestock Production and Processing,
Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine
ORCID ID 0000-0003-2395-1282
email: r.susol@ukr.net

Alona Stulnyk,

Applicant of the 5th year of study (part-time) of the educational and professional programme «Technology of production and processing of livestock products»,
Department of Technology of Livestock Production and Processing,
Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine
ORCID ID 0009-0007-9803-6720
email: alenastulnik@gmail.com

CURRENT STATUS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ORGANIC LIVESTOCK PRODUCTS MANUFACTURING IN THE CONTEXT OF PHILOSOPHY OR TECHNOLOGY IN EASTERN EUROPEAN COUNTRIES

Abstracts

The aim of the work was to determine the current status and prospects for the development of organic livestock products manufacturing in the context of philosophy or technology in Eastern European countries (review material) with an emphasis on the situation in Ukraine and Romania. Organic livestock farming combines care for the environment, human health, and livestock welfare, and is an ethical and strategic vector for the development of the agricultural sector in the 21st

century. Organic livestock farming is not just a technology for raising livestock, but above all an ethical and ecological system that seeks to maintain a balance between productivity, nature, and livestock welfare. The philosophy of organic production cannot be fully “scaled” as an industrial technology, because it is not about mass production, but about awareness, locality, and sustainable development. However, the gradual spread of organic principles is entirely feasible thanks to environmental education, certain agricultural policies, and consumer demand. Organic production is a philosophy, a marketing strategy, and a way of thinking. Organic livestock farming in Eastern Europe is an unformed, emerging but strategically important sector. In Ukraine, it remains a niche market but has growth potential due to export demand, political integration with the EU, and the growth of conscious domestic consumers. Global climate threats have somewhat changed the role of organic products, with organic products evolving from an “elite” product to a tool for environmental responsibility. In times of climate turbulence, organic livestock farming is not only an alternative to intensive industrial production, but also an essential factor in the preservation of agroecosystems. At the same time, consumer demand is a key driver for the development of organic livestock farming, especially in regions with a high level of environmental awareness. Despite its many advantages, organic livestock farming is not a universal solution for all countries and types of farms, as it requires a specialized approach, a balance between ideals and reality (economics, livestock health), and has potential but also objective limitations in terms of productivity, accessibility, and sustainability. Global climate threats have somewhat changed the role of organic products, with the organic products evolved from an “elite” product to a tool for environmental responsibility. In times of climate turbulence, organic livestock farming is not only an alternative to intensive industrial production, but also an essential factor in the preservation of agroecosystems. At the same time, consumer demand is a key driver for the development of organic livestock farming, especially in regions with a high level of environmental awareness. Organic livestock farming is not a panacea, but it is less vulnerable to some climate change impacts in terms of global warming, is more environmentally sustainable in the long term, and requires adaptation to new climate realities in terms of breeding, agroecology, digital tools, etc.

Keywords: organic production, livestock products, Eastern Europe, current status, challenges, prospects, global warming.

The purpose of this article was to determine the current status and prospects for the development of organic livestock products manufacturing in the context of philosophy or technology in Eastern European countries (review material) with an emphasis on the situation in Ukraine and Romania. To achieve this goal, the following tasks were set, which were determined by analyzing the available sources of information, namely:

- The role of organic livestock farming in the world;
- Theoretical foundations of organic livestock farming;
- Organic livestock farming – technology or philosophy?
- Prospects and limiting factors for scaling up the philosophy of organic production;
- Issues of unification of organic production standards between the US and the EU;
- Is the ethical component of organic production being lost under market pressure?
- Is organic production a marketing strategy or a philosophy?
- The main features of the philosophical approach to organic production;
- The role, status, and prospects for the development of organic livestock farming in Eastern Europe and Ukraine in particular;

- Current issues and prospects for the development of organic livestock farming in Eastern European countries (summary);
- Some 'weak spots' of organic livestock farming;
- Demand for organic products in the context of the environmental crisis and global warming;
- Overall prospects for organic livestock farming in the context of global warming;
- Prospects and challenges for organic livestock farming in the near future (2025–2035).

The relevance of organic livestock farming on a global scale. The role of organic livestock farming in the world is multifaceted and is growing in importance every year due to global challenges in the areas of global ecology, human health, livestock welfare, and sustainable development of the agricultural sector. It is worth summarizing the key aspects of organic livestock farming [1, 2]:

Environmental component:

- Reduced environmental impact: organic livestock farming prohibits the application of synthetic fertilizers, pesticides, antibiotics, and GMOs, which reduces the risk of soil, water, and air pollution.
- Improved soil fertility: manure and organic fertilizers from livestock farms are applied to fields, maintaining the nutrient cycle;
- Preservation of biodiversity: organic farms help maintain natural ecosystems (preserving rare plant and animal species).

Livestock welfare:

- Principles of humane treatment: mandatory provision of free grazing, natural behavior, high-quality feed without GMOs and growth stimulants.
- Less stress – better quality of life: healthy animals are less prone to disease, have stronger immune systems, and do not require constant treatment with antibiotics.

Socio-economic component:

- Support for small farmers: organic production is often based on family farms, which strengthens rural communities.
- Job creation: organic livestock farming requires more manual labor and maintenance, which promotes employment.
- Premium market segment: organic products are more expensive, allowing producers to earn higher profits.
- Organic production is relevant for the development of so-called “depressed areas,” where people are leaving in droves due to a lack of jobs, infrastructure, etc.

Global impact:

- Response to climate challenges: reduction of greenhouse gas emissions, carbon farming, introduction of agroforestry, etc.
- Food safety: organic meat, milk, and eggs are less prone to antibiotic, hormone, and chemical residues.
- Contribution to the UN Sustainable Development Goals (SDGs): in particular, Goal 2 (Zero hunger), Goal 12 (Responsible consumption), and Goal 13 (Climate actions).

It is worth noting certain trends in the development of organic agricultural production worldwide in recent years. According to FiBL and IFOAM, in 2022-2024, more than 90 million hectares worldwide will be used for organic farming. The leading countries in terms of organic cattle stock are India, Australia, Argentina, the United States, and Germany. Demand for organic products is growing by 5-10% annually, especially in the EU, the United States, Canada, and Japan. [3].

Thus, organic livestock farming is not just an alternative to traditional farming, but part of a global transition to sustainable agriculture. It combines care for the environment, human health, and livestock welfare, and serves as an ethical and strategic vector for the development of the agricultural sector in the 21st century.

Theoretical foundations of organic livestock farming. Organic livestock farming is a system of agriculture based on an ecologically balanced, ethically responsible approach to the breeding and keeping of livestock animals [4, 5]. It emerged as an alternative to intensive, industrial livestock farming, which is characterized not only by high productivity but, unfortunately, also by a high impact on the environment and on the animals themselves. The International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) identifies four basic principles of organic production (ideological basis), which are presented in Table 1, and the key criteria for livestock farming are presented in Table 2.

Table 1

Basic principles of organic production (ideological basis IFOAM) [6]

Basic principles	The essence (philosophy) of the principle
Health	Organic livestock farming must preserve the health of soils, animals, people, and the planet.
Ecology	Practices must be in harmony with natural cycles and ecosystems.
Justice	Ensuring livestock welfare, social justice, and fair relationships.
Care	Production must be based on the principle of harm prevention and long-term sustainability.

Table 2

Basic criteria for organic livestock farming [5]

Criteria	Requirements
Feeding	Use of organically grown feed; prohibition of synthetic additives.
Animal Care	Provision of space for natural behavior, grazing, ventilation, and light.
Reproduction	Natural reproduction methods, prohibition of hormonal stimulation.
Veterinary	Prevention, phytotherapy, restriction or complete avoidance of antibiotics.
Certification	Control of compliance with organic standards (e.g., EU Reg. 2018/848).

It is important to mention the theoretical foundations of agroecology and ethics, since agroecology is the science examining the interaction between agricultural systems and the environment. Organic livestock farming views farming as an open system that interacts with the ecological environment. The issue of bioethics is also an important component, since the focus here is not only on profit, but also on animal welfare. In addition, the systematic nature of organic production means that all elements (soil, plants, animals, people) are interdependent [7-9].

Therefore, organic livestock farming is not just a technology for raising animals, but above all an ethical and ecological system that seeks to maintain a balance between productivity, nature, and animal welfare.

Organic livestock farming: technology or philosophy? There are two views on organic products manufacturing. The first one assumes that it is not just a technology based on certain requirements for breeding, feeding, and livestock keeping methods, but a changed worldview—a form of self-awareness of individuals and society, a system of generalized views on the place of a human in the world and relationship with him/her. The second is that it is a profitable business that leads consumers towards health, and the technology itself is subordinate to existing organic requirements and standards. Which view is correct? It is quite important to understand this, even within the scope of this article [1].

Organic production is not just a technological process, but a philosophy (a clear and purposeful adherence to certain important principles at all production and life stages) aimed at growing agricultural products in the plant and livestock breeding sectors using only biological resources in complete harmony with the environment. The philosophy of organic agricultural production does not imply the permanence of such production, but serves only as a component of social and environmental dimensions. On the other hand, sustainable agricultural production technologies contribute to the acceleration of economic, environmental, and social development, but in the present conditions, there is no clear strategy for increasing crop yields and labor productivity, which determines the different senses of these two concepts. [2].

To better understand the fundamental issue of whether organic products manufacturing is a philosophy or a technology, it is necessary to understand the existence of certain contradictions and, at the same time, synergies between these two vectors. In doing so, it is important to answer the following questions:

- Is it possible to scale the philosophy of organic production?
- Understand the problems of standardization (e.g., US and EU);
- Is the ethical component of organic production being “lost” under market pressure?
- What is organic production – marketing or philosophy of thinking?

Organic livestock farming as a technology. From the perspective of technology of organic livestock products manufacturing, the following production cycles are envisaged: feed cultivation → livestock keeping → production → certification.

At the same time, specific technological restrictions apply: prohibition on the use of antibiotics and hormones; certain increased requirements for housing and grazing areas; availability of organic feed; use of local livestock breeds. Examples of technological solutions in organic livestock farming include mobile pastures, biological disinfection, natural ventilation, etc.

Prospects for scaling up the philosophy of organic production. Scaling up the philosophy of organic production in the near future is entirely possible, but limited by a number of factors. However, this is not only a technological issue, but primarily a socio-economic, environmental, and cultural one. Summarizing

information from various sources [9-14], we note that the further scaling of the philosophy of organic production is facilitated by:

- An existing global demand for “organic” products (consumers are increasingly paying attention to ethical production, carbon footprint, and food safety (according to IFOAM, the organic production market is growing by 5–10% annually in developed countries);
- Political support. There are plans in the EU to convert 25% of agricultural land to organic status by 2030 (Farm to Fork). This includes government subsidies, eco-schemes, and bonuses for organic products;
- Increased flexibility of small and medium-sized farms (local producers are quicker to adapt to organic principles, and socially responsible farmers see organic production as a long-term strategy for preserving the land and consumer trust).

Limiting factors for scaling up organic production [15-16]:

- Incompatibility with the industrial approach (large agricultural holdings often operate according to the principle of maximum productivity at minimum cost, which contradicts organic principles; the problem lies in the conflict between philosophy and the economic model of mass production.
- High production costs and prices (organic production is usually 30–60% more expensive than traditional production);
- Limited demand for organic products due to low incomes of the vast majority of the population in general in various countries around the world and, in particular, in Ukraine due to the war with Russia.
- The issue of control and honesty (scaling up requires an effective certification, monitoring, and trust system; organic fraud is a serious threat (pseudo-ecological marketing).
- Climate risks (organic systems are less resistant to extreme events without external assistance (irrigation, vaccination, etc.).

Small and medium-sized farms have significantly better prospects for gradually scaling up organic production, especially with the support of cooperation and government programs, international financing, etc.

The EU, Canada, and Japan markets have moderate but steadily growing demand for organic products due to the financial stability of their societies, which bodes well for the prospects of gradually scaling up organic production.

As for large agricultural holdings, the prospects for scaling up organic production are low, with only partial integration of certain principles possible.

The prospects for scaling up organic production in countries with arid climate that are increasingly affected by global warming depend on financing, knowledge, and adaptation to local conditions.

Therefore, the philosophy of organic production cannot be fully “scaled” as an industrial technology, since it is not about mass production, but about awareness, locality, and sustainable development. However, the gradual spread of organic

principles is entirely possible thanks to environmental education, certain agricultural policies, and consumer demand.

Problems of organic production standards harmonization between the US and the EU [18-21]:

- Different philosophy in approaches (the EU is more focused on sustainable development, animal welfare, and ethics; the US focuses on the acceptability of technologies in the absence of synthetics).
- Lack of mutual recognition (EU Organic certification is not automatically recognized in the US, and vice versa, which creates barriers for exporters, especially from third countries (e.g., Ukraine, Turkey, Chile, etc.);
- Technical differences (e.g., permitted substances in feed, veterinary medicine, and product processing methods are often incompatible);
- Unequal consumer expectations (in the EU, organic products are often associated with ethics and naturalness; in the US, they are associated with the absence of substances of chemical origin, but less attention is paid to animal welfare conditions).

Examples of attempts to harmonize legislation between the US and EU countries were seen in 2012, when the "EU–US Organic Equivalence Arrangement" [17] was signed, which was in force until 2020 but had many exceptions and restrictions. In 2022–2023, negotiations were held to update the terms of mutual recognition of organic products, but full harmonization of standards was unfortunately not achieved.

Therefore, complete harmonization of organic standards between the US and the EU is unlikely in the short term due to different concepts of organic farming; differences in political and economic philosophy; national interests of the agricultural sectors, but partial harmonization through mutual recognition of certificates is possible, taking into account key criteria: animal welfare, use of veterinary medicine, origin of feed.

Is the ethical component of organic production lost under market pressure? Yes, the ethical component of organic production is partially lost or relegated to the background under market pressure, especially in the context of industrialization, growing global demand, and competition. This phenomenon is called “commercialization of organic products” or “organic integrity erosion”) [6].

The essence of the ethical component of organic farming. The philosophy of organic production is based on: concern for animal welfare; environmental justice; social responsibility (working conditions, local communities); trust between producers and consumers. Practical examples of the loss of ethics in organic livestock production. In the US, "Organic Milk CAFOs" are large dairy farms that are formally certified but keep up to 5,000 cows in buildings with no real access to the outdoor grazing. Organic Chickens LLC keeps chickens in huge hangars with “access to pasture,” but in reality, this means micro-doors to a closed courtyard. In the EU, there have been cases of imports of “organic” soybeans from third countries that did not

comply with the basic principles of animal welfare and organic production [22]. The reasons for the “ethical erosion” of organic production are highlighted in Table 3.

Possible ways to solve this issue are as follows [22, 24]: intensified audits (not just checking paperwork, but field supervision of animals); voluntary “ethical sub-standards” (e.g., Bioland, Demeter (Germany) or Animal Welfare Approved (USA)); short supply chains (direct sales from farmer to consumer restore trust); consumer education (people who understand the value of ethical organic products support quality products manufacturers, even if they are more expensive).

Table 3

Reasons for “ethical erosion” in organic production

Factor	Impact on the ethical component
Scaling and industrialization	Large organic farms often imitate the intensive model with minimal ethical considerations (e.g., keeping animals indoors without access to outdoor space).
Retail demand	supermarkets demand low prices and large volumes → farmers save on maintenance costs.
Pseudo-organic	using “green” branding without true ethical practices (greenwashing).
Certification as a formality	In large systems, control boils down to “ticking boxes” rather than actual compliance with ethical standards.
Market globalization	organic products from China or Latin America may not comply with local ethical standards.

Thus, under market pressure, the ethical component of organic livestock products manufacturing may lose its original characteristics, especially with the expansion of profit-oriented agribusiness. To improve the situation, the following conditions should be met: intensifying public control; developing alternative types of certification; conscious consumer choice.

Organic production – marketing or philosophy?

Organic production is not just a technology, but a multifaceted phenomenon that includes marketing, philosophy, and even a way of thinking. Its nature depends on the perspective from which we look at it: consumer, producer, business, state, or scientist [2]. Organic production emerged as a philosophical alternative to the chemical-industrial agricultural system. The essence of organic production is to live and produce in harmony with nature, with respect for: animal biology; ecosystems; soil and climate; people (both consumers and employees) [6].

Main features of the philosophical approach [25]:

- Ethics: animal welfare, social justice;
- Sustainable development that does not deplete the earth or harm future generations;
- Integrity: valuing the process, not just the result.

Organic thinking is when a farmer does not simply “produce a product,” but coexists with the environment, understanding his/her impact on the world [25].

Marketing or an “eco-label for consumers”? The other side of any production is marketing. In the 21st century, organic products have become a brand

that promises safety, naturalness, no chemicals, higher quality, and status (for consumers with above-average incomes) [26].

For some companies, organic is a sales tool rather than a belief. This is why questions arise as follows:

- Greenwashing – when something that is not organic is called organic.
- “Ethical erosion” — simplifying standards to suit the needs of the large market.

So, there is a dilemma: which prevails — philosophy or marketing for organic products manufacturing? (Table 4).

Table 4

Fundamental differences between the philosophy and marketing of organic livestock products manufacturing [27]

Criterion	Philosophy	Marketing
Goal	harmony with nature	profit from using an eco-friendly image
Values	ethics, sustainable development	packaging, certification, advertising
Orientation	humans as part of the ecosystem	a human as the end buyer
Duration of impact	long-term (for generations)	short-term

Thus, organic production is a philosophy, a marketing strategy, and a way of thinking. Which aspect prevails depends on who is promoting the idea: a farmer who adheres to the philosophy of organic production sees livestock farming as having not only material value but also a spiritual and social mission; a commercial brand is a tool for expanding the market; a conscious consumer needs the essence, not just a logo.

The role, status, and prospects for the organic livestock farming development in Eastern European countries, particularly in Ukraine. Organic livestock farming in Eastern European countries (Ukraine, Romania, Bulgaria, Poland, Serbia) executes strategic functions [28-32], namely:

- an instrument for agricultural diversification (moving away from chemical-intensive production);
- an opportunity for small and medium-sized farmers to produce competitive products;
- integration into international markets of organic production: EU, Switzerland, USA;
- preservation of local breeds and natural resources (pastures, water resources, climate zones);
- implementation of a “green transformation” of the agricultural sector.

The state of organic livestock farming in Eastern European countries in 2023–2024 (Table 5):

- Ukraine (the total number of organic operators is about 600 (data from *OrganicInfo.ua*, 2023), including livestock farms: less than 2%. Main areas: organic dairy farming, goat farming, poultry farming, less frequently – pig farming. The most active regions are Volyn, Rivne, Lviv, Kyiv, and Zakarpattia [15];

- Poland has about 17,000 organic farms, 60% of which are livestock farms. Dairy, beef cattle farming, pig farming, and beekeeping are well developed [30];
- Romania – about 10% of organic farmers are engaged in livestock farming, most of which are small farms. The country has high export potential but poor processing capabilities [31];
- Bulgaria and Serbia are in the development stage, with crop farming predominating, but the governments of these countries are actively developing programs to support livestock farming starting in 2023 [32].

So, organic livestock farming in Eastern Europe is a sector that is still evolving but is strategically important. In Ukraine, it remains a niche market but has potential for growth due to export demand, political integration with the EU, and the growth of conscious domestic consumers.

Table 5

Current problems and prospects for the organic livestock farming development in Eastern European countries (summary)

Indicator	Example
Current problems in the development of organic livestock farming	
Small share in production structure	In Ukraine, less than 2% of organic farms have cattle
Poor processing infrastructure	Dairy farms do not have organic cheese dairies
Limited access to veterinary services	Lack of organic vaccines or licensed products
High production costs	Due to certification, feed, grazing costs
Low level of state support	Especially compared to other EU countries
Prospects for the development of organic livestock farming	
Export opportunities:	The EU, Canada, and UAE markets are experiencing a shortage of organic meat and dairy products with a low carbon footprint.
Access to financing	In 2023–2027, the EU Green Recovery for Agriculture program is launched in Ukraine, which includes components for organic farming.
Transition to regenerative land husbandry	Increased demand for humane livestock breeding + restoration of ecosystems through open grazing
Education and agricultural clusters	Educational programs on organic livestock farming are emerging in Ukraine at the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NULES) and the Lviv Agricultural Academy.

Let us summarize some of the weaknesses of organic livestock farming:

- Lower productivity, i.e., meat, milk, and egg production is usually 20–40% lower than in traditional livestock farming, also due to feed restrictions (ban on GMOs, synthetic additives), animals grow more slowly and convert feed into products less efficiently. There are known examples where cows on organic farms produce 1,000–2,000 liters less milk per lactation than in intensive industrial production.
- Higher production costs and prices, as organic production is significantly more expensive due to higher labor intensity; longer rearing periods for young animals; the need for certification and inspection; significantly lower stocking densities per unit area, the need for outdoor access, grazing, etc.;

- Selling prices for organic meat/milk are 30–80% higher, which limits access to such products for the general population;
- Restrictions on animal treatment. At the same time, restrictions on the use of antibiotics and synthetic veterinary drugs can lead to: reduced treatment effectiveness; higher risk of chronic diseases; loss of animals in the event of epidemics. This raises a dilemma: which is more important – humanity (treatment) or certification (avoiding antibiotics)?
- Dependence on natural conditions due to the mandatory use of pastures/grazing in organic farming makes it somewhat more vulnerable to droughts, flooding, and soil degradation, which may result in less stability during years of climate stress.
- Limited biosecurity measures due to the rejection of chemical disinfectants, insecticides, and pesticides, making it more difficult to control parasites, helminths, and ectoparasites; an increased risk of infection and reduced productivity.
- Regulatory complexity and control, consisting of the need to obtain an “organic” certificate, which is a rather time-consuming process. In addition, this requires detailed record keeping and compliance with requirements, and there is a high risk of abuse or fraud in conditions of poor supervision.
- Limited scalability, as organic livestock farming requires more space per animal, lower stocking densities, and access to organic feed, all of which complicate scaling up in conditions of high demand, especially in densely populated regions.
- Lack of knowledge and experience, as many countries still have underdeveloped science, education, and agricultural consulting in the organic sector, and farmers are often unaware of or afraid of the risks involved in transitioning.

Therefore, despite its many advantages, organic livestock farming is not a universal solution for all countries and types of farms, as it requires a specialized approach; it requires a balance between ideals and reality (economics, animal health); it has potential, but also objective limitations in terms of productivity, accessibility, and sustainability.

Demand for organic products amid environmental crisis and global warming.

1. The environmental crisis as a catalyst for changing consumer habits. The environmental crisis is a systemic disruption of natural balances caused by intensive production, greenhouse gas emissions, soil degradation, and biodiversity loss. This is particularly acute in the livestock sector. According to FAO (2021), livestock farming generates more than 14% of global greenhouse gas emissions. The intensive agro-industrial model (especially meat production) contributes to water scarcity, land degradation, and rising temperatures. In response, organic production has become associated with a sustainable way of consumption that is less harmful to the environment, cares for animal welfare, and supports the local economy [34].

2. Global warming as a factor in the increase of the organic matter value. Global warming disrupts the stability of agricultural production (droughts, diseases); causes climate anxiety among the population, especially in the EU and North America; stimulates the development of “conscious consumption.” According to surveys by IFOAM and the EU Commission (2023): 78% of

Europeans believe that organic products have less impact on the environment. More than 60% are willing to pay more if products are environmentally friendly [35].

3. Trends in the growth of global demand for organic products with the organic market reaching €142 billion in 2022 (*FiBL & IFOAM*, 2024 [40]). The largest markets are the US, Germany, France, and China. In the EU, following the adoption of the Farm to Fork Strategy, the EU has set a target of 25% of agricultural land being organic by 2030. Accordingly, the demand for organic livestock products such as milk, meat, and eggs is also growing [36, 37].

It should be stated that demand for organic products is growing more slowly in Ukraine, but every year more and more consumers are looking for “eco-friendly,” “farm-grown,” or “organic” products (*OrganicInfo*, 2023 [15, 38]). In addition, the war has brought significant changes to organic production, as part of the country’s territory has been occupied and lost its ecological status. However, those organic producers who continue to operate are focusing on exports to EU countries, where demand is steadily growing thanks to the stable economic well-being of citizens.

Thus, global climate threats have somewhat changed the role of organic products, with organic products becoming a tool for environmental responsibility rather than an “elite” product. In times of climate turbulence, organic livestock farming is not only an alternative to intensive industrial production, but also a necessary condition for the preservation of agroecosystems. At the same time, consumer demand is a key driver for the development of organic livestock farming, especially in regions with a high level of environmental awareness.

The prospects for organic livestock farming in the context of global warming are twofold: on the one hand, organic production systems are more resilient to climate change, but on the other hand, they are also under considerable pressure from new climate challenges [40-43].

1. **Organic livestock farming as a response to the climate crisis.** Organic livestock farming is based on an ecosystem approach to production; local resources (pastures, natural feed); exclusion of synthetic substances; and improved animal welfare. This ensures: a smaller carbon footprint; greater resistance of pastures to degradation; better moisture retention in soils (through permanent green cover and biodiversity). Threats to organic livestock farming due to global warming are summarized in Table 6.

Table 6

• **Threats to organic livestock farming due to global warming**

Potential issues	Impact factor
Rising temperatures	Heat stress in animals, reduced productivity
Droughts	Feed base (grazing, hay harvesting, silage, etc.) reduction
Water shortages	Complications in watering animals and optimizing hygienic conditions
Spread of disease	Increase in epizootics due to climate and restrictions on the use of antibiotics
High space requirements	Pastures are degrading faster due to climate depletion
Risk of losing certification	Extreme conditions may force farmers to resort to prohibited measures

2. Advantages of organic livestock farming in the context of climate change:

Adaptability (organic production uses less intensive systems that respond better to climate instability). **Grazing** (less dependent on imported feed, which is becoming more expensive due to logistical and climatic risks). **Biodiversity conservation** (organic farms often function as islands of ecological stability, supporting local fauna and flora); **Consumer loyalty** (demand for ethical, “green” products is growing, especially in the EU).

Promising areas for development are presented in Table 7. We have an actual example where, in southern Ukraine, there has already been a reduction in hayfields and pastures due to desertification and a general decline in farming in the region, which is engaged in the cattle breeding for various industrial purposes. But local farmers interested in preserving and increasing their existing livestock numbers are forced to switch to mobile pastures, shade for animals, biological minerals, and probiotics [15, 44]. In addition, organic farms are introducing natural straw coverings and water-saving systems to counteract various stresses in livestock farming.

Table 7

Promising areas for development [45, 46]

Potential sectors	What is required to resolve the issue
Drought-resistant feed	Cultivation of Italian ryegrass, sudangrass, sorghum
Adaptation of feed production	Switching to the production of silage from winter cereal crops that use autumn, winter, and spring moisture for their vegetation
Mobile grazing systems	Rotational grazing systems
Alternative veterinary medicine	Search for natural antiparasitic and immunomodulatory agents
Breeding	Breeding of local stress-resistant breeds
Digitalization	Smart farms for monitoring stress, water, feed
Insurance	Development of insurance products for farmers in risk areas

Thus, organic livestock production is not a panacea, but it is less vulnerable to some climate changes in terms of global warming, more environmentally sustainable

in the long term and requires adaptation to new climate realities in terms of breeding, agroecology, digital tools, etc.

Prospects for organic livestock farming in the near future (2025–2035) [11, 47-48]:

- Growth in global demand (according to *IFOAM* and *FiBL*, the organic market is growing by 5-10% annually). The greatest demand is for milk, eggs, beef, and poultry, especially in the EU, the US, Canada, and Japan. A new consumer culture is also emerging: “ethical meat,” “antibiotic-free milk,” “free-range animals,” etc.
- Eco-integration with climate policy, where organic livestock farming is positioned as part of regenerative agriculture, *carbon farming* (farming that binds carbon), and sustainable food systems.
- EU countries and international programs (*FAO*, *UNEP*) are integrating organic farming into their climate change adaptation strategies.
- An opportunity for small and medium-sized farms, as organic production is most beneficial for farmers with limited resources who focus on quality rather than quantity;
- Short supply chains (farmer-consumer) ensure profits and trust;
- Increased government support (EU: the Green Deal aims at increasing the share of organic farming to 25% of all agricultural land by 2030. In addition, Ukraine’s new agricultural strategy provides for support for organic production and export certification.

Challenges for organic livestock farming in the near future (2025–2035) [11, 47-48]:

- High production costs and limited purchasing ability (organic products are on average 30–80% more expensive). In addition, domestic demand is getting down due to inflation and the war in Ukraine.
- Inaccessibility of veterinary medicines and feed (lack or limited availability of organically approved vaccines, feed additives, and animal medicines).
- Lack of infrastructure and processing facilities, namely organic slaughterhouses, certified cheese dairies, and temperature-controlled logistics, which is exceptionally relevant for Eastern European countries and Ukraine in particular.
- Risk of "commercialization" without ethics (Under market pressure, there is a rise in mass organic production without an ethical approach or large “organic” farms without real grazing; lowering of certification standards; "greenwashing").
- Lack of knowledge and human resources (shortage of personnel and professional training), as organic livestock farming requires a new way of thinking, specialized veterinarians, technologists, and managers.

Thus, organic livestock farming has real potential to become a key segment of the sustainable agricultural sector, but only under the following conditions: enhancing state policy and support; developing local processing and logistics; preserving the ethical and philosophical basis of organic products manufacturing; forming the balanced demand: conscious consumer – ethical producer.

Conclusions

1. Organic livestock farming is not just an alternative to traditional farming, but part of a global transition to sustainable agriculture. It combines care for the environment, human health, and animal welfare, and is an ethical and strategic vector for the development of the agricultural sector in the 21st century.
2. Organic livestock farming is not just a technology for raising animals, but above all an ethical and ecological system that seeks to maintain a balance between productivity, nature, and animal welfare.
3. The philosophy of organic production cannot be fully “scaled” as an industrial technology, as it is not about mass production, but about awareness, locality, and sustainable development. However, the gradual spread of organic principles is entirely possible thanks to environmental education, specific agricultural policies, and consumer demand.
4. Complete harmonization of organic standards between the US and the EU is unlikely in the short term due to different concepts of organic farming; differences in political and economic philosophy; national interests of the agricultural sectors, but partial harmonization is possible through mutual recognition of certificates, taking into account key criteria: animal welfare, use of veterinary medicine, and feed origin.
5. The ethical component of organic livestock products manufacturing may indeed lose its original characteristics under market pressure, especially with the expansion of profit-oriented agribusiness. To improve the situation, the following conditions should be met: strengthening public control; developing alternative types of certification; conscious consumer choice.
6. Organic production is a philosophy, a marketing strategy, and a way of thinking. Which aspect prevails depends on who is promoting the idea: a farmer who adheres to the philosophy of organic production perceives livestock farming as obtaining not only material value but also a spiritual and social mission; a commercial brand perceives it as a tool for market expansion; conscious consumers want the essence, not just a logo.
7. Organic livestock farming in Eastern Europe is still an emerging but strategically important sector. In Ukraine, it remains a niche market but has growth potential due to export demand, political integration with the EU, and the growth of conscious domestic consumers.
8. Global climate threats have somewhat changed the role of organic products, with organic products becoming a tool for environmental responsibility rather than an “elite” product. In a period of climate turbulence, organic livestock farming is not only an alternative to intensive industrial production, but also a necessary condition for the preservation of agroecosystems. At the same time, consumer demand is a key driver for the development of organic livestock farming, especially in regions with a high level of environmental awareness.
9. Despite its numerous advantages, organic livestock farming is not a universal solution for all countries and types of farms, as it requires a specialized

approach; it requires a balance between ideals and reality (economics, animal health); it has potential, but also objective limitations in terms of productivity, accessibility, and sustainability.

10. Global climate threats have somewhat changed the role of organic products, transforming them from an “elite” product into a tool for environmental responsibility. In times of climate turbulence, organic livestock farming is not only an alternative to intensive industrial production, but also a necessary condition for the preservation of agroecosystems. At the same time, consumer demand is a key driver for the development of organic livestock farming, especially in regions with a high level of environmental awareness.

11. Organic livestock farming is not a panacea, but it is less vulnerable to some climate change impacts in terms of global warming, is more environmentally sustainable in the long term, and requires adaptation to new climate realities in terms of breeding, agroecology, digital tools, etc.

12. Organic livestock farming has a real potential to become a key segment of the sustainable agricultural sector, but only under the following conditions: enhancing state policy and support; developing local processing and logistics; preserving the ethical and philosophical basis of organic products manufacturing; forming the balanced demand: conscious consumer – ethical producer.

Reference

1. Susol R. Production of organic pig products: philosophy and technology. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Region*, (113), 36-49. <https://abbsl.osau.edu.ua/index.php/visnuk/issue/view/30/29> [in Ukrainian].
2. Susol R., Balan G. (2022). Current State and Prospects of Organic Production in Ukraine. *Territory of Innovations: Best Practices for Sustainable Development at the Local Level. Part 1: Digest of Analytical Stage of International Scientific and Educational Project. Collective Monograph*. Sc. ed. V. Omelianenko, O. Prokopenko, T. Tirto. Tallinn: Teadmus. P. 139-160.
3. The World of Organic Agriculture STATISTICS & EMERGING TRENDS 2025. URL: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1797-organic-world-2025.pdf.com> (date of application 12.06.2025).
4. Organic Standard. URL: <https://organicstandard.ua/> (date of application 01.05.2025).
5. Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/848/oj> (Date of application: 23.05.2025).
6. IFOAM (2025). *Principles of Organic Agriculture*. URL: <https://www.ifoam.bio/why-organic/shaping-agriculture/four-principles-organic> (Date of application: 12.06.2025).
7. What is organic livestock management? *Rodale Institute*. URL: <https://rodaleinstitute.org/why-organic/organic-farming-practices/livestock-management/> (Date of application: 12.06.2025).
8. FiBL (2025). *The World of Organic Agriculture 2025*. URL: <https://www.fibl.org/de/shop/1797-organic-world-2025> (Date of application: 12.06.2025).
9. IFOAM – Organics International. (2017). *Leading Change, Organically | Annual Report 2017*. URL: <https://www.ifoam.bio/leading-change/organically-annual-report-2017> (Date of application: 12.06.2025).
10. FiBL & IFOAM. (2024). *FiBL Statistics - European and global organic farming statistics*. URL: <https://statistics.fibl.org> (Date of application: 12.06.2025).

10. Farm to Fork Strategy: For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. Brussels. (2020). *European Commission*. URL: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-to-fork-strategy_en (Date of application: 12.06.2025).
11. Alina Stancu, Nicolae Suvorov. (2021). Step by Step Conversion to Organic Agriculture. *Western Balkan Journal of Agricultural Economics and Rural Development* 3(1):11-21. DOI: 10.5937/WBJAE2101011S (Date of application: 12.06.2025).
12. Update on the Scaling up Agroecology Initiative. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/032dd99d-fc86-4449-8a0d-2d759ac11bc2/content> (Date of application: 12.06.2025).
13. Organic production in the world (2025). URL: <https://organicinfo.ua/infographics/organic-agriculture-worldwide-2025/> (Date of application: 12.06.2025).
14. Chiripuci B., Popescu M.-F., Constantin M. (2022). The European Consumers' Preferences for Organic Food in the Context of the European Green Deal. *Amfiteatru Economic*. 24(60):361. DOI:10.24818/EA/2022/60/361
15. IPES-Food. (2021). *A Long Food Movement: Transforming Food Systems by 2045*. Family Farming Knowledge Platform. URL: <https://www.fao.org/family-farming/detail/ru/c/1630517/> (Date of application: 12.06.2025).
16. U.S. – European Union Organic Equivalence Arrangement Frequently Asked Questions and Answers. *ORGANIC FARMING* URL: https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/761193c9-8b07-4400-a857-11cb5763cc1a_en?filename=fqs-eu-us-equivalence-2012_en.pdf (Date of application: 12.06.25).
17. Comparison of EU and US food quality control. URL: <https://choosenow.eu/en/2025/03/05/comparison-of-eu-and-us-food-quality-control/> (Date of application: 12.06.25).
18. USDA. Regulatory References (2024). *NOP Handbook: Guidance & Instructions for Accredited Certifying Agents & Certified Operations*. URL: <https://www.ams.usda.gov/rules-regulations/organic/handbook> (Date of application: 12.06.25).
19. Organic Industry Survey. *Organic Trade Association*. URL: <https://ota.com/resources/market-analysis/organic-industry-survey> (Date of application: 12.06.25).
20. FiBL. (2023). The World of Organic Agriculture 2023. *Statistics and Emerging Trends*. URL: <https://www.fibl.org/en/shop-en/1254-organic-world-2023> (Date of application: 12.06.25).
21. Guthman, J. (2004). *Agrarian Dreams: The Paradox of Organic Farming in California*. University of California Press. URL: <https://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pnn9k> (Date of application: 12.06.25).
22. The Nutritional Value of 100% Grass-Fed Organic Milk. (2021). *The Cornucopia Institute*. URL: <https://www.cornucopia.org/?s=The+Industrialization+of+Organic+Dairy> (Date of application: 12.06.25).
23. *IFOAM Organics Europe's position paper animal welfare practices & labelling*. URL: https://www.organicseurope.bio/content/uploads/2023/12/IFOAM_Policy_AnimalWelfare_Position_202312.pdf?dd (Date of application: 12.06.25).
24. Crop Livestock Integration. *Rodale Institute*. URL: <https://rodaleinstitute.org/science/crop-livestock-integration/> (Date of application: 12.06.25).
25. Origin of Livestock: A Step Toward Organic Integrity. *Cornucopia Institute*. URL: <https://www.cornucopia.org/?s=Organic+Integrity+and+Market+Pressures> (Date of application: 12.06.25).
26. Sustainability and Organic Livestock. *Sustainability Pathways*. URL: <https://www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-and-livestock/en/> (Date of application: 12.06.25).
27. The World of Organic Agriculture 2024. *FiBL*. URL: <https://www.fibl.org/en/shop-en/1747-organic-world-2024> (Date of application: 12.06.25).

28. Development of Organic Production in the EU: 2021-2027 Action Plan. *BRIEFING*. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/696182/EPRS_BRI\(2021\)696182_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/696182/EPRS_BRI(2021)696182_EN.pdf) (Date of application: 12.06.25).
29. Elżbieta Antczak. (2024). Considering the development of organic farming in Poland at different territorial aggregation levels. *Bulletin of Geography Socio-economic series*. DOI:10.12775/bgss-2024-0013.
30. Romania's SUSTAINABLE DEVELOPMENT Strategy 2030. URL: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/rom195029.pdf> (Date of application: 12.06.25).
31. Gibon A. Mihina S. Livestock Farming Systems in Central and Eastern Europe. Series: EAAP Technical Series. Volume: 3. URL: <https://brill.com/edcollbook/title/68420> (Date of application: 12.06.25).
32. The World of Organic Agriculture 2024. Statistics and Emerging Trends 2024. *ORGANIC-WORLD*. URL: <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2024.html> (Date of application: 12.06.25).
33. Livestock and Climate Change. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAO*. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9153cb62-2ee7-4c46-8ef6-a6deef5925f/content> (Date of application: 12.06.25).
34. From Farm to Fork: Our food, our health, our planet, our future. (2023). *European Commission*. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/874820/Farm%20to%20fork_EN_2023.pdf (Date of application: 12.06.25).
35. Consumer attitudes and behavior towards organic products: Evidence from the Lithuanian market. *JEMI.EDU.PL. EU consumer attitudes toward organic products*. URL: <https://jemi.edu.pl/66-article-abstract-vol-17/559-consumer-attitudes-and-behavior-towards-organic-products-evidence-from-the-lithuanian-market-abstract> (Date of application: 12.06.25).
36. Indianraj N. Muhilan Gangadaran. Organic farming as a climate change adaptation and mitigation strategy. *International Conference Current Innovations and Technological Advances in Agriculture and Allied Sciences (CITAAS-2024)* At: GKU, Talwandi Sabo, Bathinda (Punjab). URL: https://www.researchgate.net/publication/384688323_Organic_farming_as_a_climate_change_adaptation_and_mitigation_strategy (Date of application: 12.06.25).
37. The Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: <https://www.ipcc.ch/> (Date of application: 12.06.25).
38. Climate-smart livestock production. A practical guide for Asia and the Pacific region. (2021). *FAO*. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/7630b9ba-9c79-484a-b070-68631cf57e43/content> (Date of application: 12.06.25).
39. Do EU climate efforts truly pose challenges for farmers? *European Commission*. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/answers-questions-cap/eu-climate-efforts-and-farming_en (Date of application: 12.06.25).
40. Regenerative Organic Agriculture and Climate Change. *RODALEINSTITUTE.ORG* URL: <https://rodaleinstitute.org/wp-content/uploads/rodale-white-paper.pdf> (Date of application: 12.06.25).
41. Implementing Climate-Resilient Solutions For Organic Livestock Management. *THEFARMINGINSIDER.COM*. URL: <https://thefarminginsider.com/climate-resilient-livestock-management/> (Date of application: 12.06.25).
42. Farming through climate crisis: The role of organic systems. *Soil Association*. (2023). URL: <https://www.soilassociation.org> (Date of application: 12.06.25).
43. Climate change and agriculture. Challenges for Agricultural Science and Education: Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference, 15 November 2022, Scientific and Methodological Centre of the VFPO. Kyiv, 2022. 170 p. URL: https://nmc-vfpo.com/wp-content/uploads/2022/12/tezy-malynka-15-11-2022_compressed.pdf (Date of application: 12.06.25). [in Ukrainian].

44. Müller, A., & Gattinger, A. (2019). Organic agriculture – a climate-smart solution? *Renewable Agriculture and Food Systems*, 34(3), 198–204. <https://doi.org/10.1017/S1742170518000015> (Date of application: 12.06.25).
45. Susol R.L., Kirovich N.O., Elfeel. Modern aspects of industrial production of high quality milk taking into account the growing problem of global warming: a monograph. Odesa: Astroprint, 2024. 136 p. [\[in Ukrainian\]](#).
46. Scaling up Agroecology Initiative. *FAO*. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a21f0e9e-7cc4-4975-ad0a-36aac7a35cfb/content> (Date of application: 12.06.25).
47. Lorenz K., Lal R. Organic Agriculture and Climate Change. *Springer Cham*. URL: https://www.researchgate.net/publication/365184302_Organic_Agriculture_and_Climate_Change (Date of application: 12.06.25).

Василь Мачук,

доктор філософії, професор факультету тваринництва, Університет сільськогосподарських наук та ветеринарної медицини ім. Іона Йонеску де ла Бред, м. Ясси, Румунія
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2360-2958>,
email: vasile.maciuc@iuls.ro

Наталія Кірович,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва, Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна
ORCID ID [0000-0002-9177-8832](https://orcid.org/0000-0002-9177-8832)
email: kirovich.natalya.2017@gmail.com

Руслан Сусол,

доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва, Одеський державний аграрний університет, Одеса, Україна
ORCID ID [0000-0003-2395-1282](https://orcid.org/0000-0003-2395-1282)
email: r.susol@ukr.net

Альона Стульник,

здобувачка 5 курсу заочної форми навчання освітньо-професійної програми «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», кафедра технології виробництва і переробки продукції тваринництва, Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна
ORCID ID [0009-0007-9803-6720](https://orcid.org/0009-0007-9803-6720)
email: alenastulnik@gmail.com

СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА У КОНТЕКСТІ ФІЛОСОФІЇ ЧИ ТЕХНОЛОГІЙ В КРАЇНАХ СХІДНОЇ ЄВРОПИ

Анотація

Мета роботи полягала у визначенні сучасного стану і перспектив розвитку виробництва органічної продукції тваринництва у контексті філософії чи технології в країнах Східної Європи (оглядовий матеріал) з акцентом на ситуацію з цього питання в Україні та Румунії. Органічне тваринництво поєднує турботу про довкілля, здоров'я людей і добробут тварин, виступає етичним і стратегічним вектором розвитку аграрної галузі у XXI столітті. Органічне тваринництво – це не лише технологія вирощування тварин, а перш за все етична та екологічна система, що прагне зберегти баланс між продуктивністю, природою та добробутом тварин. Органічне виробництво – це і філософія, і маркетинг, і мислення. Органічне тваринництво у Східній Європі – ще не сформований, але стратегічно важливий сектор. В Україні воно залишається нишевим, але має потенціал зростання через: експортний попит, політичну інтеграцію до ЄС, зростання свідомого внутрішнього споживача. Глобальні кліматичні загрози децю змінили роль органічної продукції, коли із «елітної» органічна продукція стала інструментом екологічної відповідальності. У період кліматичної турбулентності органічна система тваринництва виступає не лише як альтернатива інтенсивному промислового виробництва, а як необхідна умова збереження агроєкосистем. При цьому споживчий попит є ключовим стимулом для розвитку органічного тваринництва – особливо у регіонах із високим рівнем екологічної свідомості. Попри численні переваги, органічне тваринництво не є універсальним рішенням для всіх країн і типів господарств, оскільки потребує спеціалізованого підходу; вимагає балансування між ідеалами та реальністю (економікою, здоров'ям тварин); має потенціал, але й об'єктивні обмеження щодо продуктивності, доступності та стійкості. Глобальні кліматичні загрози децю змінили роль органічної продукції, коли із «елітної» органічна продукція стала інструментом екологічної відповідальності. У період кліматичної турбулентності органічна система тваринництва виступає не лише як альтернатива інтенсивному промислового виробництва, а як необхідна умова збереження агроєкосистем. При цьому споживчий попит є ключовим стимулом для розвитку органічного тваринництва – особливо у регіонах із високим рівнем екологічної свідомості. Органічне тваринництво не є панацеєю, але воно є менш вразливим до деяких змін клімату в плані глобального потепління, є більш екологічно стійким у довгостроковій перспективі та вимагає адаптації до нових кліматичних реалій щодо питань селекції, агроєкології, цифрових інструментів тощо.

Ключові слова: органічне виробництво, продукція тваринництва, Східна Європа, сучасний стан, виклики, перспективи, глобальне потепління.

Список використаної літератури

- 1.Susol R. Production of organic pig products: philosophy and technology. Agrarian Bulletin of the Black Sea Region, (113), 36-49. <https://abbsl.osau.edu.ua/index.php/visnuk/issue/view/30/29> [in Ukrainian].
- 2.Susol R., Balan G. (2022). Current State and Prospects of Organic Production in Ukraine. Territory of Innovations: Best Practices for Sustainable Development at the Local Level. Part 1: Digest of Analytical Stage of International Scientific and Educational Project. Collective Monograph. Sc. ed. V. Omelianenko, O. Prokopenko, T. Tirto. Tallinn: Teadmus. P. 139-160.
- 3.The World of Organic Agriculture STATISTICS & EMERGING TRENDS 2025. URL: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1797-organic-world-2025.pdf.com> (date of application 12.06.2025).

4. Organic Standard. URL: <https://organicstandard.ua/> (date of application 01.05.2025).
5. Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/848/oj> (Date of application: 23.05.2025).
- IFOAM (2025). *Principles of Organic Agriculture*. URL: <https://www.ifoam.bio/why-organic/shaping-agriculture/four-principles-organic> (Date of application: 12.06.2025).
6. What is organic livestock management? Rodale Institute. URL: <https://rodaleinstitute.org/why-organic/organic-farming-practices/livestock-management/> (Date of application: 12.06.2025).
7. FiBL (2025). *The World of Organic Agriculture 2025*. URL: <https://www.fibl.org/de/shop/1797-organic-world-2025> (Date of application: 12.06.2025).
8. IFOAM – Organics International. (2017). *Leading Change, Organically | Annual Report 2017*. URL: <https://www.ifoam.bio/leading-change/organically-annual-report-2017> (Date of application: 12.06.2025).
9. FiBL & IFOAM. (2024). *FiBL Statistics - European and global organic farming statistics*. URL: <https://statistics.fibl.org> (Date of application: 12.06.2025).
10. Farm to Fork Strategy: For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. Brussels. (2020). *European Commission*. URL: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en (Date of application: 12.06.2025).
11. Alina Stancu, Nicolae Suvorov. (2021). Step by Step Conversion to Organic Agriculture. *Western Balkan Journal of Agricultural Economics and Rural Development* 3(1):11-21. DOI: 10.5937/WBJAE2101011S (Date of application: 12.06.2025).
12. Update on the Scaling up Agroecology Initiative. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/032dd99d-fc86-4449-8a0d-2d759ac11bc2/content> (Date of application: 12.06.2025).
13. Organic production in the world (2025). URL: <https://organicinfo.ua/infographics/organic-agriculture-worldwide-2025/> (Date of application: 12.06.2025).
14. Chiripuci B., Popescu M.-F., Constantin M. (2022). The European Consumers' Preferences for Organic Food in the Context of the European Green Deal. *Amfiteatru Economic*. 24(60):361. DOI:10.24818/EA/2022/60/361
15. IPES-Food. (2021). *A Long Food Movement: Transforming Food Systems by 2045. Family Farming Knowledge Platform*. URL: <https://www.fao.org/family-farming/detail/ru/c/1630517/> (Date of application: 12.06.2025).
16. U.S. – European Union Organic Equivalence Arrangement Frequently Asked Questions and Answers. *ORGANIC FARMING* URL: https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/761193c9-8b07-4400-a857-11cb5763cc1a_en?filename=fags-eu-us-equivalence-2012_en.pdf (Date of application: 12.06.25).
17. Comparison of EU and US food quality control. URL: <https://choosenow.eu/en/2025/03/05/comparison-of-eu-and-us-food-quality-control/> (Date of application: 12.06.25).
18. USDA. Regulatory References (2024). *NOP Handbook: Guidance & Instructions for Accredited Certifying Agents & Certified Operations*. URL: <https://www.ams.usda.gov/rules-regulations/organic/handbook> (Date of application: 12.06.25).
19. Organic Industry Survey. *Organic Trade Association*. URL: <https://ota.com/resources/market-analysis/organic-industry-survey> (Date of application: 12.06.25).
20. FiBL. (2023). *The World of Organic Agriculture 2023. Statistics and Emerging Trends*. URL: <https://www.fibl.org/en/shop-en/1254-organic-world-2023> (Date of application: 12.06.25).
21. Guthman, J. (2004). *Agrarian Dreams: The Paradox of Organic Farming in California*. University of California Press. URL: <https://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pnn9k> (Date of application: 12.06.25).
22. The Nutritional Value of 100% Grass-Fed Organic Milk. (2021). *The Cornucopia Institute*. URL: <https://www.cornucopia.org/?s=The+Industrialization+of+Organic+Dairy> (Date of application: 12.06.25).

23. *IFOAM Organics Europe's position paper animal welfare practices & labelling*. URL: https://www.organicseurope.bio/content/uploads/2023/12/IFOAM_Policy_AnimalWelfare_Position_202312.pdf?dd (Date of application: 12.06.25).
24. *Crop Livestock Integration*. *Rodale Institute*. URL: <https://rodaleinstitute.org/science/crop-livestock-integration/> (Date of application: 12.06.25).
25. *Origin of Livestock: A Step Toward Organic Integrity*. *Cornucopia Institute*. URL: <https://www.cornucopia.org/?s=Organic+Integrity+and+Market+Pressures> (Date of application: 12.06.25).
26. *Sustainability and Organic Livestock. Sustainability Pathways*. URL: <https://www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-and-livestock/en/> (Date of application: 12.06.25).
27. *The World of Organic Agriculture 2024*. *FiBL*. URL: <https://www.fibl.org/en/shop-en/1747-organic-world-2024> (Date of application: 12.06.25).
28. *Development of Organic Production in the EU: 2021-2027 Action Plan*. *BRIEFING*. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/696182/EPRS_BRI\(2021\)696182_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/696182/EPRS_BRI(2021)696182_EN.pdf) (Date of application: 12.06.25).
29. Elżbieta Antczak. (2024). Considering the development of organic farming in Poland at different territorial aggregation levels. *Bulletin of Geography Socio-economic series*. DOI:10.12775/bgss-2024-0013.
30. *Romania's SUSTAINABLE DEVELOPMENT Strategy 2030*. URL: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/rom195029.pdf> (Date of application: 12.06.25).
31. Gibon A. Mihina S. *Livestock Farming Systems in Central and Eastern Europe*. Series: EAAP Technical Series. Volume: 3. URL: <https://brill.com/edcollbook/title/68420> (Date of application: 12.06.25).
32. *The World of Organic Agriculture 2024. Statistics and Emerging Trends 2024*. *ORGANIC-WORLD*. URL: <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2024.html> (Date of application: 12.06.25).
33. *Livestock and Climate Change*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAO*. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9153cb62-2ee7-4c46-8ef6-a6deef5925f/content> (Date of application: 12.06.25).
34. *From Farm to Fork: Our food, our health, our planet, our future*. (2023). *European Commission*. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/874820/Farm%20to%20fork_EN_2023.pdf (Date of application: 12.06.25).
35. *Consumer attitudes and behavior towards organic products: Evidence from the Lithuanian market*. *JEMI.EDU.PL*. *EU consumer attitudes toward organic products*. URL: <https://jemi.edu.pl/66-article-abstract-vol-17/559-consumer-attitudes-and-behavior-towards-organic-products-evidence-from-the-lithuanian-market-abstract> (Date of application: 12.06.25).
36. Indianraj N. Muhilan Gangadaran. *Organic farming as a climate change adaptation and mitigation strategy*. *International Conference Current Innovations and Technological Advances in Agriculture and Allied Sciences (CITAAS-2024)* At: GKU, Talwandi Sabo, Bathinda (Punjab). URL: https://www.researchgate.net/publication/384688323_Organic_farming_as_a_climate_change_adaptation_and_mitigation_strategy (Date of application: 12.06.25).
37. *The Intergovernmental Panel on Climate Change*. URL: <https://www.ipcc.ch/> (Date of application: 12.06.25).
38. *Climate-smart livestock production. A practical guide for Asia and the Pacific region*. (2021). *FAO*. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/7630b9ba-9c79-484a-b070-68631cf57e43/content> (Date of application: 12.06.25).
39. *Do EU climate efforts truly pose challenges for farmers?* *European Commission*. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/answers-questions-cap/eu-climate-efforts-and-farming_en (Date of application: 12.06.25).

40. Regenerative Organic Agriculture and Climate Change. *RODALEINSTITUTE.ORG* URL: <https://rodaleinstitute.org/wp-content/uploads/rodale-white-paper.pdf> (Date of application: 12.06.25).
41. Implementing Climate-Resilient Solutions For Organic Livestock Management. *THEFARMINGINSIDER.COM*. URL: <https://thefarminginsider.com/climate-resilient-livestock-management/> (Date of application: 12.06.25).
42. Farming through climate crisis: The role of organic systems. *Soil Association*. (2023). URL: <https://www.soilassociation.org> (Date of application: 12.06.25).
43. Climate change and agriculture. Challenges for Agricultural Science and Education: Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference, 15 November 2022, Scientific and Methodological Centre of the VFPO. Kyiv, 2022. 170 p. URL: https://nmc-vfpo.com/wp-content/uploads/2022/12/tezy-malynka-15-11-2022_compressed.pdf (Date of application: 12.06.25). [in Ukrainian].
44. Müller, A., & Gattinger, A. (2019). Organic agriculture – a climate-smart solution? *Renewable Agriculture and Food Systems*, 34(3), 198–204. <https://doi.org/10.1017/S1742170518000015> (Date of application: 12.06.25).
45. Susol R.L., Kirovich N.O., Elfeel. Modern aspects of industrial production of high quality milk taking into account the growing problem of global warming: a monograph. Odesa: Astroprint, 2024. 136 p. [in Ukrainian].
46. Scaling up Agroecology Initiative. *FAO*. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a21f0e9e-7cc4-4975-ad0a-36aac7a35cfb/content> (Date of application: 12.06.25).
47. Lorenz K., Lal R. Organic Agriculture and Climate Change. *Springer Cham*. URL: https://www.researchgate.net/publication/365184302_Organic_Agriculture_and_Climate_Change (Date of application: 12.06.25).

Стаття надійшла до редакції 20 червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 23 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.