

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА
І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ
ТВАРИННИЦТВА**

Збірник наукових праць

№ 2 (190) 2024

УДК 636/639(062.552):378.4(477.41)БНАУ
Т 38

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва = Animal Husbandry Products Production and Processing : збірник наукових праць. № 2 (190) 2024. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2024. 133 с. DOI 10.33245

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 9 від 28.11.2024 р.)

«Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» («Animal Husbandry Products Production and Processing») – збірник наукових праць є фаховим виданням, який включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019 р.) і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Google Scholar, Crossref.

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Димань Т.М.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Заступник головного редактора – **Цехмістренко О.С.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Члени редакційної колегії:

Аріас Р., д-р філософії, доц., Університет Аустрал де Чилі, Валдівія, Чилі

Білл М., д-р філософії, проф., Державний університет штату Айова, «Дюпон Піонер», Айова, США

Бітюцький В.С., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Ваврісінова К., доц., Словацький аграрний університет, Нітра, Словачія

Гасемі Нейжад Ж., д-р філософії, доц., Коледж тваринництва та технологій, Університет Конкук, Сеул, Республіка Корея

Гриневич Н.С., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Дубовий В.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Зелінська В.А., асистент, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Кацаньова М., д-р філософії, проф., Словацький аграрний університет, Нітра, Словачія

Мачюк В., д-р філософії, проф., Університет аграрних наук та ветеринарної медицини, Яси, Румунія

Мельниченко О.М., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Мерзлов С.В., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Мохаммабаді М.Р., д-р філософії, проф., Шахід Бахонар Університет міста Керман, Керман, Іран

Недашківський В.М., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Ніколова Л., д-р філософії, доц., Аграрний університет, Пловдив, Болгарія

Попова Т., д-р філософії, проф., Інститут тваринництва, Костинброд, Болгарія

Соболев О.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Ставецька Р.В., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Цехмістренко С.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Шаран М.М., д-р с.-г. наук, проф., Інститут біології тварин, Львів, Україна

Шурчкова Ю.О., д-р техн. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Editorial board:

Editor in chief – **Dyman T.M.**, D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Deputy Editor in chief – **Tsekhmistrenko O.S.**, D. Sc., Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Members of editorial board:

Arias R.A., PhD, Ass. Prof., Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile
Bill M., PhD, Prof., Jowa State University, DuPont Pioneer, Iowa, USA

Bitiutskyi V.S., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Vavrisinova K., Ass. Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovakia

Ghassemi Nejad J., PhD, Ass. Prof., College of Animal Bioscience and Technology, Konkuk University, Seoul, Republic of Korea

Grynevych N. Ye., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Dubovyi V. I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Kacaniova M., PhD, Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovakia

Maciuc V., PhD, Prof., University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Iasi, Romania

Melnychenko O.M., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Merzlov S.V., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Mohammadabadi M.R., PhD, Prof., Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Nedashkivskyi V. M., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Nikolova L., PhD, Ass. Prof., Agrarian University, Plovdiv, Bulgaria

Popova T., PhD, Prof., Institute of Animal Science, Kostinbrod, Bulgaria

Sharan M.M., D. Sc., Prof., Animals Biology Institute, Lviv, Ukraine

Shurchkova Yu.O., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Sobolev O. I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Stavetska R.V., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Tsekhmistrenko S.I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Zelinska V.A., assistant, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1,
м. Біла Церква, 09117, Україна, e-mail: redakciavidil@ukr.net.

ЗМІСТ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА	
Кузів М.І., Федорович Є.І., Кузів Н.М. Залежність живої маси телиць української чорно-рябої молочної породи від методу підбору батьківських пар.....	6
Крук О.П., Угнівенко А.М. Характеристика яловичини, отриманої від бугайців української чорно-рябої молочної породи за різного покриття туш жиром тканиною.....	17
Бабенко С.П., Бомко В.С., Кузьменко О.А., Чернявський О.О., Титарьова О.М., Сломчинський М.М., Недашківський В.М., Соболева С.В. Вплив ферментного препарату Hemicell®НТ на обмін речовин молодняка гусей.....	25
Меженський Г.В., Шпетний М.Б., Калініченко Г.І., Онищенко Л.М., Вербельчук Т.В., Вербельчук С.П., Кобернюк В.В. Ефективність рідкої відгодівлі гібридних свиней, дорощених за однофазного та двофазного способів.....	36
Каркач П.М., Мойсеєнко К.В. Продуктивність і м'ясні якості перепелів за додавання до раціону часнику та імбиру.....	52
БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ	
Цехмістренко О.С. Синтез нових біотехнологічних наногібридів селену та оцінювання ризику бактерій із мультирезистентністю: огляд літератури.....	58
Сенчук М.М. Оптимізація технологічного процесу фермерської біогазової установки.....	68
Григораш Ю.В., Мерзлов С.В. Подразнювальна дія та ефективність включення у раціони молодняка собак біомаси збагаченої Сульфуром спіруліни.....	79
ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ	
Димань Т.М., Задорожна Р.П., Мазур Т.Г. Вплив війни на споживчу поведінку покупців продовольчого ринку в Україні.....	85
Рудакова Т.В., Мінорова А.В., Моїсєєва Л.О., Крушельницька Н.Л., Наріжний С.А., Осіпенко І.С., Бовкун А.О. Дослідження структурно-механічних характеристик молочних десертів з комбінованим складом сировини.....	100
ЕКОЛОГІЯ	
Січенко О.М., Кривий М.М., Горчанок А.В., Кузьменко О.А., Титарьова О.М. Збереження диких західних медоносних бджіл <i>Apis Mellifera</i> у Поліській природній зоні України: історія, джерела нектару та пилку.....	109
Валерко Р.А., Романчук Л.Д. Методологія оцінювання стану екологічної безпеки питного водопостачання сільських селітебних територій.....	122

Борщ О.В. До 100-річчя від дня народження заслуженого діяча науки і техніки України, доктора сільськогосподарських наук, професора Є. І. Адміна. Видатний вчений, автор передових технологій, полум'яний патріот України.....	131

CONTENT

TECHNOLOGY OF MANUFACTURE AND PROCESSING PRODUCTION OF ANIMALS

Kuziv M., Fedorovych Ye., Kuziv N. The dependence of live weight of Ukrainian Black-and-White dairy heifers on the method of selection of parental pairs.....	6
Kruk O., Ugnivenko A. The characteristics of beef produced from bulls of the Ukrainian Black-and-White dairy breed with different carcass fatty tissue coverage.....	17
Babenko S., Bomko V., Kuzmenko O., Cherniavskiy O., Tytariova O., Slomchynskiy M., Nedashkivsky V., Sobolieva S. Effect of enzyme preparation Hemicell [®] HT on the metabolism of young geese.....	25
Mezhenskiy G., Shpetnyi M., Kalinichenko G., Onyshchenko L., Verbelchuk T., Verbelchuk S., Koberniuk V. Effectiveness of numuid fattening of hybrid pgs grown in non-face and two-face methods.....	36
Karkach P., Moiseenko K. Productivity and meat quality of quail with the addition of garlic and ginger to the diet.....	52

BIOTECHNOLOGIES AND BIOENGINEERING

Tsekhmistrenko O. Synthesis of new biotechnological selenium nanohybrids and risk assessment of bacteria with multi-resistance.....	58
Senchuk M. Optimization of the technological process of the farm biogas plant.....	68
Hryhorash Yu., Merzlov S. Irritant effect and efficiency of inclusion of spirulina biomass enriched with sulphur in the young dogs' diets.....	79

FOOD TECHNOLOGY

Dyman T., Zadorozhna R., Mazur T. The impact of war on consumer behavior of food market buyers in Ukraine.....	85
Rudakova T., Minorova A., Moiseeva L., Krushelnytska N., Narizhnyy S., Osipenko I., Bovkun A. Study of structural and mechanical characteristics of dairy desserts with a combined composition of raw materials.....	100

ECOLOGY

Sichenko O., Kryvyi M., Horchanok A., Kuzmenko O., Tytariova O. Conservation of wild western honey bees <i>Apis Mellifera</i> in the Polissia natural zone of Ukraine: history, sources of nectar and pollen.....	109
Valerko R., Romanchuk L. Methodology for assessing the state of environmental safety of drinking water supply in rural residential areas.....	122


Borshch O. To the 100th anniversary of the birth of the honored person of science and technology of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Ye. I. Admin. Outstanding scientist, the author of advanced technologies, an ardent patriot of Ukraine.....	131
--	-----

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 636.2.034

**Залежність живої маси телиць української чорно-рябої
молочної породи від методу підбору батьківських пар**Кузів М.І. , Федорович Є.І. , Кузів Н.М. 

Інститут біології тварин НААН (Львів, Україна)

 Кузів М.І. E-mail: kuzivmarkiyan@ukr.net

Кузів М.І., Федорович Є.І., Кузів Н.М. Залежність живої маси телиць української чорно-рябої молочної породи від методу підбору батьківських пар. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 6–16.

Kuziv M., Fedorovych Ye., Kuziv N. The dependence of live weight of Ukrainian Black-and-White dairy heifers on the method of selection of parental pairs. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 6–16.

Рукопис отримано: 10.09.2024 р.

Прийнято: 24.09.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-6-16

У статті представлено результати досліджень залежності живої маси телиць від методу підбору батьківських пар. Дослідження проведено у ДП ДГ «Олександрівське» Вінницької області на телицях української чорно-рябої молочної породи методом ретроспективного аналізу даних зоотехнічного обліку. Досліджено ефективність поєднання батьківських пар за внутрішньолінійного та міжлінійного (кросу ліній) розведення.

Встановлено, що жива маса телиць залежала від методу підбору батьківських пар. За внутрішньолінійного розведення найвищою живою масою при народженні, у шість та дванадцять місяців, характеризувалися телиці лінії Ханеве 1629391, а у вісімнадцять місяців – лінії Елевейшна 1491007. За міжлінійного розведення найвища жива маса новонароджених телиць була у кросу ліній Кавалера 1620273 – Елевейшна 1491007, у шість та вісімнадцять місяців – у кросу ліній Старбака 352790 – Елевейшна 1491007, а у дванадцять місяців – у кросу ліній Елевейшна 1491007 – Старбака 352790. Коефіцієнт мінливості живої маси за внутрішньолінійного розведення перебував у межах 3,9 – 12,2 %, за міжлінійного – у межах 3,8–13,9 %. При усіх досліджуваних варіантах підбору батьківських пар середньодобові прирости та відносна швидкість росту живої маси у телиць найвищими були від народження до шестимісячного віку. Метод підбору батьківських пар найнижчий вплив мав на живу масу новонароджених тварин (7,11 %). Надалі в процесі вирощування телиць цей вплив зріс і залежно від вікового періоду коливався від 14,2 до 15,8 % ($P < 0,05$).

Для одержання телиць з бажаною інтенсивністю росту потрібно виявляти кращі лінії та встановлювати можливості використання ефекту їх поєднання. Вдалі поєднання батьківських пар необхідно виявляти в кожному конкретному стаді. Для підвищення інтенсивності росту живої маси телиць у стаді за внутрішньолінійного розведення слід використовувати тварин ліній Ханеве 1629391 та Елевейшна 1491007, а за міжлінійного розведення – особин кросів ліній Кавалера 1620273 – Елевейшна 1491007, Старбака 352790 – Елевейшна 1491007 та Елевейшна 1491007 – Старбака 352790. Метод підбору батьківських пар статистично значуще впливав на живу масу телиць у період їх вирощування.

Ключові слова: порода, метод підбору батьківських пар, жива маса, телиці, сила впливу.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Селекційна робота у тваринництві безпосередньо залежить від генетичної мінливості порід. Зменшення генетичного різноманіття має негативний вплив на продуктивність, репродуктивну здатність, резистентність та загальну стійкість тварин [1]. Українська чорно-ряба молочна порода характеризується високою генетичною різноманітністю, оскільки при її створенні, а на цьому етапі і при вдосконаленні, використовуються бугаї американської, канадської, європейської та української селекції. У результаті у породі спостерігається певний рівень генотипової та фенотипової мінливості. На певний рівень фенотипової мінливості селекційних ознак у тварин української чорно-рябої молочної породи західного внутрішньопородного типу вказують В. Я. Даньків та ін. [2], наголошуючи водночас на актуальності оцінювання ефективності різних варіантів підбору батьківських пар при наступній селекційній роботі з масивом цієї худоби.

Підбір батьківських пар має важливе значення у селекційній роботі з молочною худобою. Він є продовженням добору і ґрунтується на збереженні тих особливостей тварин, за якими ведеться добір. Основним завданням підбору є виявлення і використання найбільш ефективних поєднань батьківських пар. Водночас прискорення генетичного прогресу досягається за рахунок використання внутрішньолінійного та міжлінійного (кросів ліній) підбору [3, 4].

За внутрішньолінійного підбору стійко успадковуються ознаки у тварин, за якими ведеться селекція, проте знижуються їх мінливості через підвищення рівня гомозиготності. За міжлінійного підбору удосконалюються селекційні ознаки за рахунок підвищення рівня гетерозиготності [5]. Оскільки існують вдалі та невдалі поєднання батьківських пар, не всі варіанти міжлінійного підбору дають змогу отримати бажані результати [6, 7]. Тому важливо виявляти вдалі поєднання батьківських пар і використовувати їх у селекційній роботі. В. Я. Даньків та ін. [2] зазначають, що аналіз ефективності різних варіантів підбору з урахуванням лінійної приналежності батьківських пар є важливою умовою при виборі стратегії наступного удосконалення племінних і продуктивних якостей великої рогатої худоби. Ці самі автори вказують, що результативність методів підбору в окремих стадах може суттєво різнитися, тому потрібно вести постійний контроль використання тих чи інших варіантів підбору для досягнення поставлених завдань у

кожному конкретному господарстві. Провести ефективний підбір неможливо без постійного моніторингу родоводів і виявлення оптимальних варіантів поєднань [8, 9].

На сьогодні проведено значну кількість досліджень із залежності селекційних ознак від методу підбору батьківських пар [2, 3, 4, 6, 10, 11]. Однак ефективність цих методів у різних стадах суттєво різниться. Тому ефективність різних методів підбору батьківських пар необхідно досліджувати окремо в кожному випадку.

При веденні селекційної роботи у молочному скотарстві однією з основних вимог до молодняка є інтенсивність росту його живої маси. Знання закономірностей індивідуального розвитку тварин і факторів, що обумовлюють цей процес, має важливе значення. Практичний досвід селекції молочного скотарства демонструє, що інтенсивний ріст і розвиток ремонтних телиць за всіх вікових періодів статистично значуще впливає на здоров'я, формування бажаного типу будови тіла у дорослому віці, що є запорукою наступної високої молочної продуктивності та тривалого господарського використання корів [12-19]. Цілеспрямовано використовуючи селекційні прийоми можна одержати різних телят за інтенсивністю росту, що в майбутньому вплине на молочну продуктивність тварин.

Мега досліджень. Дослідити мінливість живої маси телиць української чорно-рябої молочної породи залежно від методу підбору батьківських пар.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведено у ДП ДГ «Олександрівське» Вінницької області на телицях української чорно-рябої молочної породи. У дослідженнях використано зоотехнічні та статистичні методи. Досліджено ефективність поєднання батьківських пар за внутрішньолінійного та міжлінійного (кросу ліній) розведення. Типи підбору визначали за генеалогічним аналізом родоводів.

У підконтрольних телиць шляхом ретроспективного аналізу даних зоотехнічного обліку за 2011-2020 роки досліджували динаміку живої маси у період вирощування (новонароджені, 6, 12 і 18 місяців), середньодобові прирости та відносну швидкість росту залежно від різних методів підбору батьківських пар. Упродовж цих років телиці перебували в однакових умовах утримання (згідно з технологією, прийнятою в господарстві). Годівлю тварин проводили за раціонами, які забезпечували основні елементи живлення за існуючими нормами [20].

Середньодобовий приріст (D) визначали за формулою:

$$D = \frac{W_t - W_o}{t_2 - t_1},$$

де W_t і W_o – жива маса в кінці і на початку періоду, кг;

t_2 і t_1 – вік в кінці і на початку періоду, днів.

Відносну швидкість росту (K) визначали за формулою С. Броді:

$$K = \frac{W_t - W_o}{(W_t + W_o) \cdot 0,5} \times 100.$$

Силу впливу методу підбору батьківських пар на живу масу телиць визначали методом однофакторного дисперсійного аналізу за допомогою програмного пакету «STISTSCA-6.1». Статистичне оброблення результатів досліджень здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel. Ступінь міжгрупової диференціації оцінювали шляхом порівняння групових середніх арифметичних величин за кожною досліджуваною ознакою [21, 22]. Статистичну значущість різниці між груповими середніми оцінювали за критерієм достовірності Стьюдента (t). Різницю між середніми значеннями вважали статистично значущою при $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***)

Результати дослідження та обговорення. Встановлено вплив методів підбору батьківських пар на живу масу корів у період їх вирощування. За внутрішньолінійного розведення за живою масою при народженні та у

6-місячному віці між тваринами ліній Чіфа, Елевейшна, С. Т. Рокіта, Старбака та Ханеве статистично значущої різниці не виявлено (табл. 1). Цей показник у телиць досліджуваних ліній при народженні коливався від 34,6 до 38,6, а у 6-місячному віці – від 174,3 до 183,6 кг. У 12-місячному віці найвищу живу масу зафіксовано у телиць лінії Ханеве, а у 18-місячному – у телиць лінії Елевейшна. За цим показником перші статистично значуще ($P < 0,01$) переважали ровесниць лінії Чіфа на 23,6, а другі – на 33,0 кг, над тваринами інших ліній перевага була статистично незначущою.

Коефіцієнти мінливості живої маси телиць залежно від лінії та вікового періоду коливалися від 3,9 до 12,2 %.

Найвищі середньодобові прирости від народження до 6-місячного віку спостерігалися у телиць лінії Ханеве, а від 6 до 12 місяців – в особин лінії Елевейшна, проте їх перевага за цією ознакою над ровесницями інших ліній була статистично незначущою (табл. 2). Телиці лінії Елевейшна переважали за середньодобовими приростами від 12- до 18-місячного віку тварин лінії Старбака на 89,2 ($P < 0,05$), а за період вирощування від народження до 18 місяців – тварин лінії Чіфа на 55,3 ($P < 0,01$) і лінії Старбака на 35,2 г ($P < 0,05$).

Міжгрупова диференціація за відотною швидкістю росту живої маси між тваринами підконтрольних ліній була статистично незначущою (табл. 3). Однак найвища відносна швидкість росту живої маси від народження до 6 місяців спостерігалася у телиць лінії Чіфа, а від 6 до 12, від 12 до 18 і від народження до 18 місяців – у тварин лінії Елевейшна.

Таблиця 1 – Динаміка живої маси телиць за внутрішньолінійного розведення, кг

Лінія	n	Вік тварин, місяці							
		Новонароджені		6		12		18	
		M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv
Чіфа 1427381	9	34,6±0,94	8,2	174,3±5,14	8,8	277,8±4,64**	5,0	390,6±8,74**	6,7
Елевейшна 1491007	18	37,3±1,08	12,2	177,3±2,70	6,5	299,0±5,42	7,7	423,6±5,17	5,2
С.Т.Рокіта 252803	7	37,7±1,57	11,0	179,0±5,25	7,8	300,3±7,34	6,5	410,3±10,87	7,0
Старбака 352790	14	36,0±0,88	9,1	175,1±3,23	6,9	294,7±6,54	8,3	403,0±5,52	5,1
Ханеве 1629391	5	38,6±1,81	10,5	183,6±3,63	4,4	301,4±5,45	4,0	422,8±7,41	3,9

Таблиця 2 – Середньодобові прирости живої маси телиць за внутрішньолінійного розведення, (M±m), г

Лінія	n	Вік тварин, місяці			
		0-6	6-12	12-18	0-18
Чіфа 1427381	9	763,8±28,64	568,4±26,86	616,3±32,76	649,6±14,94**
Елевейшна 1491007	18	765,0±16,03	668,5±35,97	680,9±30,39	704,9±9,69
С.Т.Рокіт 252803	7	772,1±28,64	666,4±25,00	601,1±31,35	679,9±19,54
Старбак 352790	14	759,9±18,11	657,4±33,88	591,7±29,38*	669,7±10,91*
Ханеве 1629391	5	792,4±26,83	647,3±25,38	663,4±45,93	701,1±14,77

Таблиця 3 – Відносна швидкість росту живої маси телиць за внутрішньолінійного розведення, (M±m), %

Лінія	n	Вік тварин, місяці			
		0-6	6-12	12-18	0-18
Чіфа 1427381	9	133,6±2,17	45,9±2,41	33,6±1,45	167,5±0,64
Елевейшна 1491007	18	130,4±1,87	50,9±2,41	34,6±1,62	167,6±0,95
С.Т.Рокіт 252803	7	130,3±2,68	50,7±1,61	30,9±1,30	166,3±1,47
Старбак 352790	14	131,7±1,70	50,8±2,13	31,2±1,67	167,1±0,99
Ханеве 1629391	5	130,5±3,43	48,6±1,67	33,5±2,23	166,5±1,64

За міжлінійного розведення найвищою живою масою при народженні відзначалися телиці, одержані від кросу ліній Кавалера – Елевейшна, проте за цим показником у них статистично значуща ($P<0,05$) перевага була лише над тваринами кросу ліній Елевейшна – Старбак та становила 3,3 кг (табл. 4). У 6-місячному віці жива маса телиць, одержаних від поєднання ліній Старбак – Елевейшна, була більшою порівняно з тваринами кросів ліній Кавалера – Чіфа на 12,1 ($P<0,01$), Чіфа – Елевейшна – на 9,2 ($P<0,05$), Р. Мексімес – Чіфа – на 10,3 ($P<0,01$), Елевейшна – Чіфа – на 16,4 ($P<0,01$), Валіанта – Чіфа – на 17,5 ($P<0,001$), С. Т. Рокіта – Чіфа – на 13,3 ($P<0,01$), Старбак – Чіфа – на 12,0 ($P<0,01$), Старбак – С. Каділлака – на 15,9 ($P<0,001$) і Ханеве – Чіфа – на 17,6 кг ($P<0,001$). У 12-місячному віці вищенаведена ознака у телиць кросу ліній Елевейшна – Старбак була більшою, ніж у тварин кросів ліній Кавалера – Чіфа, Р. Мек-

сімес – Чіфа, Елевейшна – Чіфа, Валіанта – Чіфа, С. Т. Рокіта – Чіфа, Старбака – Чіфа, Старбак – С. Каділлака і Ханеве – Чіфа на 16,5–29,7 кг ($P<0,05$ – $0,001$). У 18-місячному віці телиці кросу ліній Старбак – Елевейшна переважали за живою масою особин, що походили від поєднання ліній Кавалера – Старбак, Чіфа – Елевейшна, Чіфа – Старбак, Р. Мексімес – Чіфа, Валіанта – Чіфа, С. Т. Рокіта – Чіфа, Старбак – Кавалера, Старбак – Чіфа, Ханеве – Чіфа і Ханеве – Старбак, на 13,8–29,8 кг ($P<0,05$ – $0,001$).

Коефіцієнти мінливості живої маси телиць залежно від кросу ліній та вікового періоду коливалися від 3,8 до 13,9 %. Слід зазначити, що мінливість живої маси у всіх кросах ліній найвищою була у новонароджених телиць.

Середньодобові прирости від народження до 6-місячного віку і від 6 до 12 місяців найвищими були у телиць кросу ліній Елевейшна –

Старбака (табл. 5). І за цим показником вони переважали у перший віковий період тварин кросів Кавалера – Чіфа, Чіфа – Елевейшна, Р. Мексімеса – Чіфа, Елевейшна – Чіфа, Валіанта – Чіфа, С. Т. Рокіта – Чіфа, Старбака – Чіфа, Старбака – С. Каділлака і Ханеве – Чіфа на 47,4–91,9 г, а у другий віковий період – лише тварин кросу ліній С. Т. Рокіта–Чіфа на 104,3 г ($P<0,01$). У віковий період від 12 до 18 місяців середньодобові прирости у телиць кросу ліній Кавалера – Елевейшна були вищими, ніж у тварин кросів ліній Чіфа – Елевейшна, Чіфа – Старбака, Елевейшна – Старбака, Старбака – Кавалера, Старбака – Чіфа і Ханеве – Старбака на 85,3–166,1 г ($P<0,05$ –

0,001). За період від народження до 18 місяців телиці кросу ліній Старбака – Елевейшна за цим показником переважали тварин кросів ліній Кавалера – Старбака, Чіфа – Старбака, Р. Мексімеса – Чіфа, С. Т. Рокіта – Чіфа, Старбака – Кавалера, Старбака – Чіфа, Ханеве – Чіфа і Ханеве – Старбака на 28,7–51,0 г ($P<0,05$ –0,001).

Найвища відносна швидкість росту живої маси від народження до 6 і від народження до 18 місяців спостерігалася у телиць кросу ліній Елевейшна – Старбака, від 6 до 12 місяців – у особин кросу ліній Валіанта – Чіфа та від 12 до 18 місяців – у тварин кросу ліній Старбака – Каділлака (табл. 6).

Таблиця 4 – Динаміка живої маси телиць за міжлінійного розведення, ($M\pm m$), кг

Крос ліній (мати-батько)	n	Вік тварин, місяці							
		Новонароджені		6		12		18	
		$M\pm m$	Cv	$M\pm m$	Cv	$M\pm m$	Cv	$M\pm m$	Cv
Кавалера 1620273 – Чіфа 1427381	17	36,4±1,05	11,9	168,9±2,91**	7,1	288,4±4,11**	5,9	414,8±4,61	4,6
Кавалера 1620273 – Елевейшна 1491007	13	37,5±1,45	13,9	176,9±4,73	9,6	293,4±6,01	7,4	424,7±6,71	5,7
Кавалера 1620273 – Старбака 352790	13	36,0±0,79	7,9	176,8±3,80	7,7	289,9±6,14	7,6	408,1±5,76*	5,1
Чіфа 1427381 – Елевейшна 1491007	36	36,3±0,67	11,1	171,8±2,30*	8,0	297,7±3,76	7,6	412,6±4,51*	6,6
Чіфа 1427381 – Старбака 352790	22	36,1±0,70	9,1	174,6±2,42	6,5	294,1±5,08	8,1	409,7±5,37*	6,1
Р.Мексімеса 297414 – Чіфа 1427381	11	37,1±1,25	11,2	170,7±2,45**	4,7	285,0±4,69**	5,5	409,5±4,75*	3,8
Елевейшна 1491007 – Чіфа 1427381	10	34,2±1,47	12,9	164,6±4,20**	7,7	286,0±4,50**	4,7	410,1±7,07	5,2
Елевейшна 1491007 – Старбака 352790	18	34,2±0,64*	7,9	178,4±2,75	6,5	305,5±4,65	6,5	415,4±6,01	6,1
Валіанта 1650414 – Чіфа 1427381	11	35,5±1,36	12,7	163,5±1,91***	3,9	289,0±4,09*	4,7	411,6±4,57*	4,6
С.Т.Рокіта 252803 – Чіфа 1427381	16	35,2±0,87	9,9	167,7±3,11**	7,4	275,8±2,86***	4,1	396,6±5,49***	5,5
Старбака 352790 – Кавалера 1620273	10	35,6±1,24	11,0	173,9±4,89	8,9	297,0±7,67	8,2	397,9±7,33**	5,8
Старбака 352790 – Чіфа 1427381	23	34,6±0,70	9,7	169,0±2,22**	6,3	285,3±4,56**	7,7	401,0±4,38***	5,2
Старбака 352790 – Елевейшна 1491007	22	37,1±0,89	11,3	181,0±2,81	7,3	303,6±5,07	7,8	426,4±4,57	5,0
Старбака 352790 – Каділлака 2046246	11	37,0±1,54	13,8	165,1±2,67***	5,4	284,4±3,43**	4,0	413,9±6,86	5,5
Ханеве 1629391 – Чіфа 1427381	14	36,0±0,93	9,7	163,4±3,34***	7,7	281,9±5,91**	7,8	402,4±5,97**	5,6
Ханеве 1629391 – Старбака 352790	10	36,6±1,32	11,4	175,6±5,22	9,4	297,5±8,44	9,0	407,3±5,94*	4,6

Таблиця 5 – Середньодобові прирости живої маси телиць за міжлінійного розведення, (M±m), г

Крос ліній (мати-батько)	n	Вікові періоди, місяці			
		0-6	6-12	12-18	0-18
Кавалера 1620273 – Чіфа 1427381	17	724,5±17,76**	656,1±25,51	691,1±19,46	690,6±7,86
Кавалера 1620273 – Елевейшна 1491007	13	762,1±24,30	639,9±33,69	717,5±33,40	706,6±11,53
Кавалера 1620273 – Старбака 352790	13	769,6±19,63	621,3±26,91	645,6±25,64	679,0±10,49*
Чіфа 1427381 – Елевейшна 1491007	36	740,4±11,67*	691,7±21,29	627,8±20,24*	686,6±8,23
Чіфа 1427381 – Старбака 352790	22	757,1±12,90	656,3±25,30	631,6±24,66*	681,7±9,76*
Р.Мексімеса 297414 – Чіфа 1427381	11	730,2±12,98**	627,9±24,46	680,1±21,65	679,5±9,92*
Елевейшна 1491007 – Чіфа 1427381	10	712,2±25,00*	667,3±18,04	678,2±27,00	685,9±13,83
Елевейшна 1491007 – Старбака 352790	18	787,8±13,50	698,4±28,08	600,8±16,79**	695,7±10,86
Валіанта 1650414 – Чіфа 1427381	11	699,9±15,43***	689,3±27,58	670,1±12,14	686,46±8,35
С.Т.Рокіта 252803 – Чіфа 1427381	16	724,0±17,29**	594,1±22,89**	659,8±25,57	659,4±9,72***
Старбака 352790 – Кавалера 1620273	10	755,7±26,17	676,4±28,87	551,4±27,62***	661,1±11,73**
Старбака 352790 – Чіфа 1427381	23	734,6±13,54**	638,8±22,37	632,2±21,15*	668,6±8,07***
Старбака 352790 – Елевейшна 1491007	22	786,4±15,99	673,8±24,99	670,6±27,50	710,4±8,44
Старбака 352790 – Каділлака 2046246	11	700,0±15,43***	655,3±27,20	707,9±28,44	687,8±12,87
Ханеве 1629391 – Чіфа 1427381	14	695,9±18,48***	651,1±25,19	658,9±31,13	668,7±10,52**
Ханеве 1629391 – Старбака 352790	10	759,6±29,19	669,8±26,31	600,0±23,22**	676,5±11,65*

За усіх досліджуваних варіантів підбору батьківських пар середньодобові прирости та відносна швидкість росту живої маси у телиць найвищими були від народження до шестимісячного віку.

У телиць кросу ліній Елевейшна – Старбака при народженні була найнижча жива маса порівняно з особинами інших кросів, однак вони характеризувалися високими середньодобовими приростами та відносно швидкістю росту живої маси від народження до 6-місячного віку. І в 6-; 12- та 18-місячному віці їх жива маса була однією з найвищих. Така інтенсивність приросту живої маси очевидно зумовлена їх генотипом, оскільки вже у 6-місячному віці вони відзначалися високою живою масою порівняно з телицями інших кросів. Тому тварин цього кросу ми рекомендуємо для розведення у цьому господарстві.

В. В. Першута [23] зазначає, що вплив генотипових факторів є більш суттєвим на ран-

ніх періодах вирощування. А з віком вплив паратипових факторів посилюється і тварини, які відстають у рості, здатні до певної компенсації цього відставання.

Метод підбору батьківських пар мав найнижчий вплив на живу масу новонароджених тварин (табл. 7). У подальшому в процесі вирощування телиць цей вплив зріс і залежно від вікового періоду коливався від 14,2 до 15,8 % за $P < 0,05$ у всіх випадках.

Вдалі поєднання батьківських пар необхідно виявляти в кожному конкретному стаді. Л. М. Хмельничий, А. В. Лобода [24] зазначають, що, виявивши вдалі поєднання, необхідно їх використовувати для проведення ефективного підбору з метою селекційного покращення племінних та продуктивних якостей тварин. Аналогічні висновки у дослідженнях роблять І. В. Базишина [25], Т. В. Підпала, Н. П. Шевчук [26], М. І. Когут [27], В. Я. Даньків та ін. [2].

Таблиця 6 – Відносна швидкість росту живої маси телиць за міжлінійного розведення, (M±m), %

Крос ліній (мати-батько)	n	Вікові періоди, місяці			
		0-6	6-12	12-18	0-18
Кавалера 1620273 – Чіфа 1427381	17	129,0±2,06**	52,2±1,88	36,0±1,04	167,8±0,77
Кавалера 1620273 – Елевейшна 1491007	13	130,0±2,20*	49,6±2,53	36,6±1,75	167,6±1,03
Кавалера 1620273 – Старбака 352790	13	132,2±1,37*	48,4±1,72*	34,0±1,48	167,5±0,75*
Чіфа 1427381 – Елевейшна 1491007	36	130,2±1,03***	53,5±1,45	32,4±1,04**	167,6±0,62*
Чіфа 1427381 – Старбака 352790	22	131,4±1,22***	50,8±1,56	32,9±1,32*	167,5±0,65*
Р.Мексімеса 297414 – Чіфа 1427381	11	128,7±1,89**	50,1±1,66	35,9±1,19	166,7±1,24
Елевейшна 1491007 – Чіфа 1427381	10	131,0±2,82	54,0±1,62	35,6±1,20	169,1±1,36
Елевейшна 1491007 – Старбака 352790	18	135,6±0,86	52,5±1,87	30,5±0,76***	169,5±0,61
Валіанта 1650414 – Чіфа 1427381	11	128,7±2,60*	55,4±1,94	35,0±0,67	168,3±1,10
С.Т.Рокіта 252803 – Чіфа 1427381	16	130,5±1,67*	48,8±1,95*	35,8±1,38	167,4±0,75*
Старбака 352790 – Кавалера 1620273	10	131,9±2,19	52,3±1,75	29,2±1,53***	167,2±0,71*
Старбака 352790 – Чіфа 1427381	23	131,9±1,48*	51,0±1,47	33,8±1,21	168,2±0,65
Старбака 352790 – Елевейшна 1491007	22	131,9±1,60*	50,5±1,56	33,7±1,46	168,0±0,77
Старбака 352790 – Каділлака 2046246	11	126,9±2,49**	53,1±2,12	37,0±1,16	167,1±1,39
Ханеве 1629391 – Чіфа 1427381	14	127,6±1,85***	53,2±1,68	35,3±1,74	167,1±0,78*
Ханеве 1629391 – Старбака 352790	10	130,8±2,66	51,5±1,54	31,4±1,67*	167,0±1,29

Таблиця 7 – Сила впливу методу підбору батьківських пар на живу масу телиць, %

Показник	Сила впливу методу підбору батьківських пар			
	Число ступенів свободи фактора:		$\eta_x^2 \pm m_\eta$	F
	організованого	неорганізованого		
Вік тварин (місяців), кг: новонароджені	20	288	7,11±6,91	1,10
6	20	288	15,8±6,77*	2,70
12	20	288	14,2±6,81*	2,38
18	20	288	14,6±6,80*	2,47

Висновки. Для одержання телиць з бажаною інтенсивністю росту важливо виявити кращі лінії та встановити можливості використання ефекту їх поєднання. За внутрішньолінійного розведення для підвищення росту живої маси та середньодобових приростів у стаді слід використовувати тварин ліній Ханеве 1629391 та Елевейшна 1491007, а за міжлінійного розведення – особин кросів ліній Кавалера 1620273 – Елевейшна 1491007, Старбака 352790 – Елевейшна 1491007 та Елевейшна 1491007 – Старбака 352790. Метод підбору батьківських пар статистично значуще впливав на живу масу телиць у період їх вирощування.

У перспективі подальших досліджень буде досліджено залежність відтворювальної здатності корів від методу підбору батьківських пар.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Effect of recent and ancient inbreeding on production and fertility traits in Canadian Holsteins / В.О. Mäkanjuola et al. BMC Genomics. 2020. Vol. 21. 605 p. DOI:10.1186/s12864-020-07031-w
2. Даньків В. Я., Петришин М. А., Павлишак Я. Я. Продуктивність корів західного внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи при різних варіантах підбору. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2024. Вип. 75 (1). С. 132–143. DOI:10.32636/01308521.2024-(75)-1-12
3. Хмельничий Л.М., Салогуб А.М., Бондарчук В.М., Лобода В.П. Тривалість використання та довічна продуктивність корів залежно від методів підбору та бугаїв-плідників української червоно-рябої молочної породи. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. Суми, 2015. Вип. 6 (28). С. 65–70.
4. Кузів М.І., Федорович Є.І., Федорович В.В., Кузів Н.М. Вплив підбору батьківських пар на мінливість ознак молочної продуктивності корів. Вісник аграрної науки. 2023. Том 101. № 9. С.44–51. DOI:10.31073/agrovisnyk202309-06
5. Буркат В.П., Полупан Ю.П. Розведення тварин за лініями: генезис понять і методів та сучасний селекційний контекст. К.: Аграрна наука, 2004. 68 с.
6. Хмельничий Л.М., Вечорка В.П. Ефективність внутрішньолінійного розведення та поєднаності ліній в селекції голштинської худоби. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. Суми, 2010. Вип. 12 (18). С. 149–153.
7. Хмельничий Л.М., Лобода В.П. Удосконалення стада з розведення української червоно-рябої молочної породи за показниками довічної продуктивності. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. Суми, 2014. Вип. 2/1 (24). С. 91–97.
8. Гиль М.І. Вплив внутрішньопородного підбору з використанням спорідненого розведення міжлінійних кросів на молочну продуктивність корів. Миколаїв: МНАУ, 2013. 137 с.
9. Іляшенко Г.Д. Формування господарськи корисних ознак корів залежно від походженням за батьком. Розведення і генетика тварин. 2017. Вип. 54. С. 59–64.
10. Полупан Ю.П., Базишина І.В., Юезрутенко І.М., Михайленко Н.Г. Поєднуваність бугаїв, ліній та споріднених груп за показниками молочної продуктивності. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. Суми, 2015. Вип. 6 (28). С. 8–13.
11. Кочук-Ященко О.А. Особливості екстер'єрного типу та молочної продуктивності корів-первісток української чорно-рябої молочної породи за різних варіантів підбору. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. Суми, 2017. Вип. 5/1 (31). С. 90–95.
12. Башенко М.І., Хмельничий Л.М. Вагові та лінійні параметри екстер'єру телиць української червоно-рябої молочної породи. Розведення і генетика тварин. Київ, 2005. Вип. 39. С. 41–47.
13. Кузів М.І. Федорович Є.І. Залежність молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи від живої маси в період їх вирощування. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. Суми, 2014. Вип. 2/2 (25). С. 68–72.
14. Хмельничий Л.М., Лобода В.П. Характеристика ремонтних телиць української червоно-рябої молочної породи за розвитком живої маси. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. Суми, 2014. Вип. 2/2 (25). С. 10–13.
15. Полупан Ю.П., Сіряк В.А. Вплив інтенсивності формування на живу масу телиць і молочну продуктивність корів. Розведення і генетика тварин. Київ, 2019. Вип. 57. С. 111–125. DOI:10.31073/abg.57.14
16. Positive relationships between body weight of dairy heifers and their first-lactation and accumulated three-parity lactation production / R.C. Handcock et al. Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. Issue 5. P. 4577–4589. DOI:10.3168/jds.2018-15229
17. Body weight of dairy heifers is positively associated with reproduction and stayability / R.C. Handcock et al. Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103. Issue 5. P. 4466–4474. DOI:10.3168/jds.2019-17545
18. Kasimanickam R.K., Kasimanickam V.R., McCann M.L. Difference in Body Weight at Breeding Affects Reproductive Performance in Replacement Beef Heifers and Carries Consequences to Next Generation Heifers. Editor Zhijun Cao and James K Drackley. Animals (Basel). 2021. 11 (10). 2800 p. DOI:10.3390/ani11102800
19. Uhrincat M., Broucek J., Hanus A., Kisac P. Effect of Raising Dairy Heifers on Their Performance and Reproduction after 12 Months. Agriculture. 2021. Vol. 11. No 10. 973 p. DOI:10.3390/agriculture11100973

20. Проваторов Г.В., Ладика В.І., Бондарчук Л.В. Норми годівлі, раціони і поживність кормів для різних видів сільськогосподарських тварин: довідник. Суми: Університетська книга, 2009. 488 с.

21. Крамаренко С.С., Луговий С.І., Лихач А.В., Крамаренко О.С. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин: навч. посібник. Миколаїв: МНАУ, 2019. 211 с.

22. Петровська І., Салига Ю., Вудмаска І. Статистичні методи в біологічних дослідженнях: навчально-методичний посібник. Київ: Аграрна наука, 2022. 172 с.

23. Першута В.В. Вплив лінійної належності на формування живої маси телиць. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2013. Вип. 21. С. 208–210.

24. Хмельничий Л.М., Лобода А.В. Мінливість ознак довголіття корів української чорно-рябої молочної породи за різних варіантів підбору. Розведення і генетика тварин. Київ, 2019. Вип. 57. С. 143–151. DOI:10.31073/abg.57.17

25. Базишина, І.В. Формування господарськи корисних ознак молочної худоби залежно від походження за батьком, лінії та спорідненої групи. Розведення і генетика тварин. Київ, 2017. Вип. 53. С. 69–78. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2017_53_11

26. Підпала Т., Шевчук Н. Розведення за лініями в різні етапи виведення та консолідації української червоної молочної породи великої рогатої худоби. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. 2019. Вип. 4 (39). С. 37–42. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2019.4.5

27. Когут М.І. Особливості розведення худоби західного внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи за різних варіантів схрещування. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 68 (2). С. 174–184. DOI:10.32636/01308521.2020-(68)-2-12

REFERENCES

1. Makanjuola, B.O., Maltecca, C., Miglior, F., Schenkel, F.S., Baes, C.F. (2020). Effect of recent and ancient inbreeding on production and fertility traits in Canadian Holsteins. *BMC Genomics*, 21. 605 p. DOI:10.1186/s12864-020-07031-w

2. Dankiv, V.Ya., Petryshyn, M.A., Pavlyshak, Ya.Ya. (2024). Produktivnist koriv zakhidnoho vnutrishnopородного typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody pry riznykh variantakh pidboru [Productivity of cows of the western inbred type of the Ukrainian black-spotted dairy breed with different selection options]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo* [Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding]. Vol. 75 (1), pp. 132–143. DOI:10.32636/01308521.2024-(75)-1-12 (In Ukrainian).

3. Khmelnychi, L.M., Salohub, A.M., Bondarchuk, V.M., Loboda, V.P. (2015). Tryvalist vyko-

rystannia ta dovichna produktyvnist koriv zalezno vid metodiv pidboru ta buhaiv-plidnykiv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Duration of use and lifetime productivity of cows depending on methods of selection and sires of Ukrainian Red-and-White dairy breed]. *Visnyk Sums'koho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. *Tvarynnytstvo* [Livestock], 6 (28), pp. 65–70. (In Ukrainian).

4. Kuziv, M.I., Fedorovych, Ye.I., Fedorovych, V.V., Kuziv, N.M. (2023). Vplyv pidboru batkivskykh par na minlyvist oznak molochnoi produktyvnosti koriv [Influence of the selection of parent pairs on the variability of cows' milk productivity indicators]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. Vol.101, no. 9, pp. 44–51. DOI:10.31073/agrovisnyk202309-06 (In Ukrainian).

5. Burkat, V.P., Polupan, Yu.P. (2004). Rozvedennia tvaryn za liniiami: henezys poniat i metodiv ta suchasnyi selektsiinyi kontekst [Breeding of animals by lines: the genesis of concepts and methods, and modern selection context]. K.: *Ahrarna nauka*, 68 p. (In Ukrainian).

6. Khmelnychi, L.M., Vechorka, V.P. (2010). Efektyvnist vnutrishnoliniinoho rozvedennia ta poiednuvanosti linii v selektsii holshtynskoi khudoby [Efficiency of intra-linear breeding and combining lines in Holstein cattle selection]. *Visnyk Sums'koho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. *Tvarynnytstvo* [Livestock], Issue 12 (18), pp. 149–153. (In Ukrainian).

7. Khmelnychi, L.M., Loboda, V.P. (2014). Udoskonalennia stada z rozvedennia ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody za pokaznykamy dovichnoi produktyvnosti [Improvement of the herd on breeding of Ukrainian Red-and-White Dairy breed by indicators of lifetime productivity]. *Visnyk Sums'koho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. *Tvarynnytstvo* [Livestock], Issue 2/1 (24), pp. 91–97. (In Ukrainian).

8. Hyl, M.I. (2013). Vplyv vnutrishnopородного pidboru z vykorystanniam sporidnenoho rozvedennia mizhliniinykh krosiv na molochnu produktyvnist koriv [Influence of in-breed selection with the use of related breeding of interlinear crosses on milk productivity of cows]. Mykolaiv: MNAU, 137 p. (In Ukrainian).

9. Ilyashenko, G.D. (2017). Formuvannia hospodarsky korysnykh oznak koriv zalezno vid pokhodzhennia za batkom [Forming of economic-and-useful traits of cows in depend of origin by father]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Animal Breeding and Genetics], Issue 54, pp. 59–64. (In Ukrainian).

10. Polupan, Yu. P., Bazyshina, I. V., Bezrutchenko, I. M., Mikhaylenko, N. G. (2015). Compatibility of bulls, lines and related groups according to indicators of milk productivity [Compatibility of bulls, lines and related groups on milk production]. *Visnyk Sums'koho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*.

[Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock], Issue 6 (28), pp. 8–13. (In Ukrainian).

11. Kochuk-Yashchenko A. (2017). Peculiarities of exterior type and milk productivity of the first-born cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed under different selection options [Features of exterior type and milk production of firstborn cows Ukrainian black- and -white dairy breed of different types of pedigree selection]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock], Issue 5/1 (31), pp. 90–95. (In Ukrainian).

12. Bashchenko, M. I., Khmelnychi, L.M. (2005). Vahovi ta liniini parametry eksterieru telyts ukraïnskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Weight and linear parameters of an exterior heifer the Ukrainian red-and-white dairy breed]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Animal Breeding and Genetics], Issue 39, pp. 41–47. (In Ukrainian).

13. Kuziv, M.I. Fedorovych, Ye.I. (2014). Zalezhnist molochnoi produktyvnosti koriv ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody vid zhyvoi masy v period yikh vyroshchuvannia [Dependence of milk-production Ukrainian black and white dairy cattle from liveweight during their growth]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock], Issue 2/2 (25), pp. 68–72. (In Ukrainian).

14. Khmelnychi, L.M. Loboda, V.P. (2014). Kharakterystyka remontnykh telyts ukraïnskoi chervono-riaboi molochnoi porody za rozvytkom zhyvoi [Characteristic repair heifers of Ukrainian red-and-white dairy breed on development to fliving mass]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock], Issue 2/2 (25), pp. 10–13. (In Ukrainian).

15. Polupan, Yu.P., Siriak, V.A. (2019). Vplyv intensyvnosti formuvannia na zhyvu masu telyts i molochnu produktyvnist koriv [Influence of the intensity of formation on live weight of heifers and milk productivity of cows]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Animal Breeding and Genetics], 57, pp. 111–125. DOI:10.31073/abg.57.14 (In Ukrainian).

16. Handcock, R.C., Lopez-Villalobos, N., McNaughton, L.R., Back, P.J., Edwards, G.R., Hickson, R.E. (2019). Positive relationships between body weight of dairy heifers and their first-lactation and accumulated three-parity lactation production. Journal of Dairy Science, Vol. 102, Issue 5, pp. 4577–4589. DOI:10.3168/jds.2018-15229

17. Handcock, R.C., Lopez-Villalobos, N., McNaughton, L.R., Back, P.J., Edwards, G.R., Hickson, R.E. (2020). Body weight of dairy heifers is positively associated with reproduction and stayability. Journal of Dairy Science, Vol. 103, Issue 5, pp. 4466–4474. DOI:10.3168/jds.2019-17545

18. Kasimanickam, R.K., Kasimanickam, V.R., McCann, M.L. (2021). Difference in Body Weight at Breeding Affects Reproductive Performance in Re-

placement Beef Heifers and Carries Consequences to Next Generation Heifers. Editor Zhijun Cao and James K Drackley. Animals (Basel), 11 (10), 2800 p. DOI:10.3390/ani11102800

19. Uhrincat M., Broucek J., Hanus A., Kisac P. (2021). Effect of Raising Dairy Heifers on Their Performance and Reproduction after 12 Months. Agriculture. Vol. 11, no. 10, 973 p. DOI:10.3390/agriculture11100973

20. Provatorov H.V., Ladyka V.I., Bondarchuk L.V. (2009). Normy hodivli, ratsiony i pozhyvnist kormiv dlia riznykh vydiv silskohospodarskykh tvaryn: dovidnyk [Feeding norms, rations and nutrition of fodder for different types of farm animals: directory]. Sumy: University book, 488 p. (In Ukrainian).

21. Kramarenko, S.S., Luhovyi, S.I., Lykhach, A.V., Kramarenko, O.S. (2019). Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn: navchalnyi posibnyk [Analysis of biometric data in animal breeding and selection: a tutorial]. Mykolayiv: MNAU, 211 p. (In Ukrainian).

22. Petrovska, I., Salyha, Y., Vudmaska, I. (2022). Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhenniakh: navchalno-metodychnyi posibnyk [Statistical methods in biological research: educational and methodological manual]. Kyiv: Agrarian Science, 172 p. (In Ukrainian).

23. Pershuta, V.V. (2013). Vplyv liniinoi nalezhnosti na formuvannia zhyvoi masy telyts [The influence of lineal membership on the formation of live weight of heifers]. Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu [Collection of scientific papers of Podillia State Agrarian and Technical University]. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva [Technology of production and processing of livestock products]. Issue 21, pp. 208–210. (In Ukrainian).

24. Khmelnychi, L.M., Loboda, A.V. (2019). Minlyvist oznak dovolihittia koriv ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody za riznykh variantiv pidboru [Variability of longevity traits of cows of Ukrainian black-and-white dairy breed in various variants of selection]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Animal Breeding and Genetics]. Kyiv, Issue 57, pp. 143–151. DOI:10.31073/abg.57.17 (In Ukrainian).

25. Bazyshyna, I.V. (2017). Formuvannia hospodarsky korysnykh oznak molochnoi khudoby zalezho vid pokhodzhennia za batkom, liniu ta sporidnenoï hrupy [Formation of economically useful traits of dairy cattle depending on paternal origin, line and related group]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Animal Breeding and Genetics], Issue 53, pp. 69–78. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2017_53_11 (In Ukrainian).

26. Pidpala, T., Shevchuk, N. (2019). Rozvedennia za liniiami v rizni etapy vyvedennia ta konsolidatsii ukraïnskoi chervonoï molochnoi porody velykoi rohatoi khudoby [Diversification by lines in different stages of exclusion and consolidation of Ukrainian Red Cattle Breed]. Visnyk Sumskoho nat-

sionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock], Issue 4 (39), pp. 37–42. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2019.4.5 (In Ukrainian).

27. Kohut, M.I. (2020). Osoblyvosti rozvedenia khudoby zakhidnoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody za riznykh variantiv skhreshchuvannia [Features of breeding western internal breed type of Ukrainian black-motley dairy breed with different variants of crossing]. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo [Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding]. Issue 68 (2), pp. 174–184. DOI:10.32636/01308521.2020-(68)-2-12 (In Ukrainian).

The dependence of live weight of Ukrainian Black-and-White dairy heifers on the method of selection of parental pairs

Kuziv M., Fedorovych Ye., Kuziv N.

The article presents the results of research on the dependence of live weight of heifers on the method of selection of parental pairs. The research was conducted in the Vinnytsia region's State Enterprise "Oleksandrivske" on heifers of the Ukrainian Black-and-White dairy breed by the method of retrospective analysis of zootechnical records. The effectiveness of combining parental pairs in intra- and inter-linear (crossbreeding) breeding was investigated.

It was established that the live weight of heifers depended on the method of selection of parental pairs. In intra-line breeding, the highest live weight at birth, at six and twelve months, was characterised by heifers of the Haneve 1629391 line, and at eighteen months - of the Eleveishna 1491007 line. In the

interline breeding, the highest live weight of newborn heifers was in the cross of the Cavalier 1620273 - Eleveishna 1491007 lines, at six and eighteen months - in the cross of the Starbuck 352790 - Eleveishna 1491007 lines, and at twelve months - in the cross of the Eleveishna 1491007 - Starbuck 352790 lines. The coefficient of variability of live weight in intra-line breeding was in the range of 3.9-12.2%, and in inter-line breeding - in the range of 3.8-13.9%. In all the studied variants of selection of parental pairs, the average daily gain and the relative rate of growth of live weight in heifers were the highest from birth to six months of age. The method of selection of parental pairs had the lowest effect on the live weight of newborn animals (7.11%). Later, in the process of growing heifers, this effect increased and, depending on the age period, ranged from 14.2 to 15.8 % ($P < 0.05$).

In order to obtain heifers with the desired growth intensity, it is necessary to identify the best lines and establish the possibility of using the effect of their combination. The successful combinations of parental pairs must be identified in each specific herd. To increase the growth rate of live weight of heifers in the herd, animals of the Haneve 1629391 and Eleveishna 1491007 lines should be used for intra-line breeding, and animals of the Cavalier 1620273 - Eleveishna 1491007, Starbuck 352790 - Eleveishna 1491007 and Eleveishna 1491007 - Starbuck 352790 crosses should be used for inter-line breeding. The method of selection of parental pairs had a statistically significant effect on the live weight of heifers during their growing period.

Key words: breed, methods of selecting parental pairs, live weight, heifer, power of influence.



Copyright: Кузів М.І., Федорович Є.І., Кузів Н.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Кузів М.І.

Федорович Є.І.

Кузів Н.М.

<https://orcid.org/0000-0002-5648-2059>

<https://orcid.org/0000-0002-9910-7902>

<https://orcid.org/0000-0003-0030-8665>


ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 637.5:636.2:637.513.18

Характеристика яловичини, отриманої від бугайців української чорно-рябої молочної породи за різного покриття туш жирною тканиною

Крук О.П. , Угнівенко А.М. 

Національний університет біоресурсів і природокористування України

 Крук О.П. E-mail: olgakruk2016@ukr.net

Крук О.П., Угнівенко А.М. Характеристика яловичини, отриманої від бугайців української чорно-рябої молочної породи за різного покриття туш жирною тканиною. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 17–24.

Kruk O., Ugnivenko A. The characteristics of beef produced from bulls of the Ukrainian Black-and-White dairy breed with different carcass fatty tissue coverage. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 17–24.

Рукопис отримано: 19.09.2024 р.

Прийнято: 03.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-17-24

Склад туш великої рогатої худоби має важливе значення для їх виробників і переробників. Комерційна їх цінність пов'язана зі складом тканин (співвідношенням м'язової, жирової та кісток). В Україні значну частку яловичини отримують від молочних порід. Вступ України до Європейського співтовариства вимагає відповідності національних стандартів оцінювання туш великої рогатої худоби світовим.

У статті наведено результати досліджень якісних ознак яловичини 18–24 – місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи за різного розвитку покриття туш жирною тканиною. Забій тварин провели в забійному цеху с. Калинівка Броварського району Київської області. Після забою бугайців визначили конформацію туш та покриття їх жиром згідно з методикою EUROP (2008). Згідно з класифікацією JMGA (2000), оцінювали колір м'язової та жирової тканин за використання шкали від 1 до 7 балів, а м'якуватість *m. longissimus dorsi* – між 12-м та 13-м ребром – за шкалою від 1 до 12 балів.

Встановлено, що за покращення розвитку жирового покриття на туші статистично значуще покращуються їх конформація (м'ясистість) на 37,9 % ($P > 0,99$), товщина підшкірного жиру у 1,5 рази ($P > 0,95$), вміст м'язової тканини другого сорту на 13,9 % ($P > 0,95$), погіршуються кількість м'язової тканини вищого сорту на 2,7 пунктів ($P > 0,95$) та площа «м'язового вічка» на 23,2% ($P > 0,95$). Зі збільшенням розвитку підшкірного жиру на туші складається тенденція до: насичення кольору підшкірної жирової тканини на 2,7 %, сухожилок і зв'язок на 0,2 пункту і міцності бульйону із вивареного м'яса на 8,7 %; зменшення живої маси тварин після голодного витримування на 2,7 %, забійного виходу (туш) на 0,9 пункту, жирової тканини у туші на 1,3 пункту, вмісту м'язової тканини першого сорту на 0,5 пункту; погіршення м'якуватості м'яса на 27,7 % і утримання води в ньому на 5,3 пункти, придатності м'яса до зберігання на 0,5 пункту; зменшення у м'ясі загального вмісту вологи на 2,1 пункту і загальної маси золи на 0,3 пункту, основних складових сенсорного оцінювання яловичини – ніжності на 6,7 % та соковитості на 3,0 %.

Практичне значення даних полягає в отриманні знань щодо залежності деяких ознак забою, морфологічного складу, фізико-технологічних та сенсорних властивостей яловичини, отриманої від 18–24 – місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи за різного розвитку жирової тканини під шкірою.

Ключові слова: підшкірна жирова тканина, яловичина, м'якуватість, покриття туш жирною тканиною, сенсорні характеристики вареного м'яса, хімічний склад м'яса.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. За виробництва яловичини особливу увагу привертає не лише її мармуровість, а й розвиток покриву туш жирною тканиною, оскільки його не цінує споживач, через шкідливість для здоров'я [1]. Ця частина туші тварин збільшує витрати корму на приріст, зменшує забійний вихід [2], зворотньо корелює із мармуровістю яловичини [3]. В Австралії, яка у 2021 році була четвертою у світі після Бразилії, Сполучених Штатів Америки та Індії за експортом яловичини валовою вартістю в 9,2 мільярда австралійських доларів, сектор перероблення м'яса суворо регулює стандарти розподілу жиру в тілі тварин [4]. Її виробників навіть штрафують, якщо туші не відповідають стандартам ринку за цією ознакою [5]. Покрив туш жирною тканиною є важливим фактором, що впливає на їх переваги у тваринництві [6]. Тому її вміст у світових стандартах традиційно є однією з ознак оцінювання якості яловичих туш. Незалежно від того, де знаходиться жирова тканина (між м'язами, усередині, під шкірою), вона робить важливий внесок у різні якісні ознаки м'яса, відіграє центральну роль у його поживній цінності [7]. Однак на сенсорні і кулінарні властивості яловичини, у яких зацікавлені споживачі, розвиток покриву жирною тканиною на туші позитивно не впливає [8]. У молодих бугайців, самок і дорослих бугаїв він пояснює лише незначну частку дисперсії мармуровості яловичини, яка впливає на її вартість [9]. Жирова тканина має відносно нижчий вміст води, ніж м'язова [10]. Завдяки цьому покрив туш жиром створює біологічний бар'єр для збереження вмісту вологи у м'ясі, зменшує руйнування і деформацію м'язових волокон, не дозволяє проникати патогенній мікрофлорі [11]. Покриття туш жирною тканиною залежить від породи і порідності тварин [12]. Рекомендований [13] бажаний найнижчий рівень розвитку підшкірної жирною тканиною на тушах

бугайців усіх генотипів за системою EUROP повинен становити у середньому 2,9 бала, у телиць – 3,5 бали.

Тому, враховуючи цінність розвитку жирного покриву на тушах, **метою дослідження** було визначити вплив його у 18–24-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи на забійні, фізико-технологічні, хімічні та дегустаційні властивості яловичини.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження провели у фермерському господарстві (ФГ) «Журавушка» Броварського району Київської області на 34 тушах 18–24-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи (УЧРМ). Від народження до досягнення віку 4 місяців їх утримували у групах по 25 голів за згодовування концентрованих кормів і сіна. Дорощування і відгодівлю тварин здійснювали на відгодівельному майданчику. У господарстві потреби тварин у кормах забезпечували за рахунок власної кормової бази. На майданчику бугайці мали вільний доступ до грубих, соковитих, зелених, концентрованих кормів та мінеральної підгодівлі. Згодовували їх із самогодівниць, відповідно до розроблених раціонів. Живу масу тварин перед забоєм визначали їх зважуванням до і після 24-годинного голодування за вільного доступу до води. Забій бугайців провели в забійному цеху с. Калинівка. Протягом 60 хвилин після забою і зняття шкіри туші зважували та візуально оцінювали їх конформацію, відповідно до системи EUROP (2008) [14] (п'ять класів E, U, R, O, P). Жировий покрив туш співвідносили за кількістю жиру на зовнішній її стороні та в грудній клітці, відповідно, до 5-ти класів згідно з методикою EUROP (2008) (рис. 1). Відповідно до стандарту JMGA (2000) [15], за використання кольорової шкали від 1 до 7 визначали колір м'язової та жирною тканини, а мармуровість *m. longissimus dorsi* оцінювали за 12-ма класами між 12 та 13 ребром одразу ж після розділення напівтуш на чвертини.

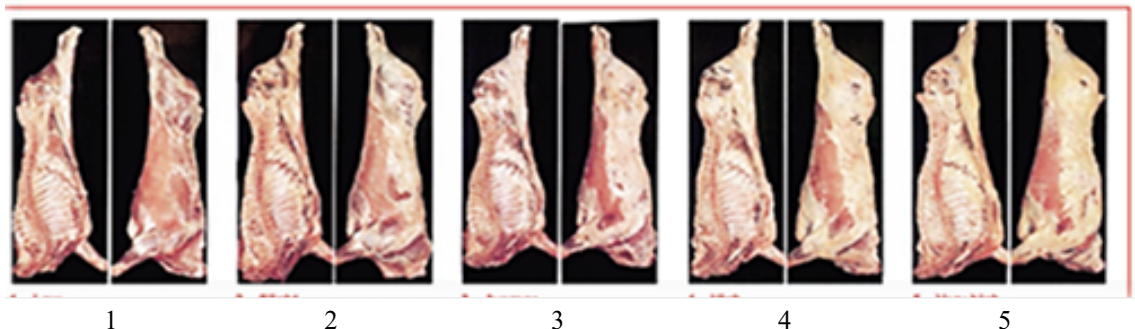


Рис. 1. Оцінювання розвитку жирового покриву туш (EUROP, 2008).

Довжину і глибину «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* вимірювали лінійкою також між 12-м та 13-м ребром. Його площу обраховували за формулою 1, відповідно до наказу МСГ України за №290 від 06 серпня 2004 року [16].

$$S = D \times G \times 0,8; \tag{1}$$

де S – площа «м'язового вічка», см²; D – довжина «м'язового вічка», см; G – глибина «м'язового вічка», см; 0,8 – коефіцієнт.

Обвалювання, жилювання та розподіл яловичини на сорти (вищий, перший, другий) проводили відповідно до ковбасної класифікації, описаної в праці [17]. Пенетрацію сирого м'яса визначали згідно з методикою, наведеною у праці [18] за використання пенетрометра – автомата типу ПМДП. Вміст зв'язаної вологи досліджували «прес-методом» відповідно до методики, наведеної у праці [19] за кількістю води, що виділилася із наважки (0,3 г) м'яса під час пресування і всмокталася у фільтрувальний папір, утворивши вологу пляму. Водоутримувальну здатність м'яса досліджували за співвідношенням вмісту зв'язаної води до маси наважки м'яса. Уварювання яловичини визначали за формулою (2), наведеною у праці [20].

$$Sm = \frac{Cm \times 100}{Rm} \tag{2}$$

де, Sm – уварювання м'яса, %; Cm – вага вивареного м'яса, г; Rm – вага сирого м'яса, г.

У лабораторії кафедри технології м'яса, риби та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування (НУБіП) України дослідили хімічний склад

яловичини згідно з ДСТУ ISO 1443:2005 (2007) [21] – загальний вміст жиру; ДСТУ ISO 936:2008 (2008) [22] – загальна маса золи; ДСТУ ISO 1442:2005 (2005) [23] – вміст вологи; ДСТУ ISO 2917:2001 (2002) [24] – кислотність (рН). Вміст протеїну визначали згідно з методикою, наведеною у праці [20]. Аромат, соковитість, ніжність, легкість жування вареної яловичини і колір, смак, міцність бульйону із неї оцінювала комісія з дегустації у кількості 8 осіб у лабораторії «Якості м'яса» кафедри технологій виробництва молока та м'яса НУБіП України, згідно з рекомендаціями, наведеними у роботі [25]. Статистичний аналіз проводили за допомогою Microsoft Excel 2016 в наступних аспектах: визначення середньої арифметичної величини, її похибки та критерія достовірності.

Результати досліджень та обговорення. Аналіз даних таблиці 1 свідчить про те, що за кращого (від 3 до 4 балів) розвитку покриття жиру на туші статистично значущим (P>0,95) є менший (на 2,7 пунктів) вміст м'язової тканини вищого сорту та більший – м'язової тканини другого ґатунку (на 4,0 пункти). За кращого розвитку жирової тканини на туші виявлялася тенденція до погіршення живої маси у тварин після голодного витримання на 2,7 %, забійного виходу (туші) на 0,9 пункту, м'язової тканини першого сорту (на 0,5 пункту), жирової тканини на 1,3 пункту, та кількості сухожилок і зв'язок на 0,2 пункту. Це можна пояснити тим, що за кращого покриття туш жировою тканиною тварини характеризуються скороспілістю формування, для якої властивою є негативна особливість – схильність до надмірного відкладання сполучної тканини, зокрема, жиру за рахунок м'язової тканини спочатку під шкірою, потім – у середині м'язів [26].

Таблиця 1 – Ознаки забою та морфологічний склад туш бугайців за різного розвитку жирового покриття туші

Ознака	Розвиток жиру на туші, балів	
	від 1 до 2 (n=18)	від 3 до 4 (n=16)
Жива маса після голодного витримання, кг	422±12,0	411±11,1
Забійний вихід (туші), %	48,0±0,32	47,1±0,34
М'язова тканина, %	68,9±0,77	70,1±0,67
Зокрема, вищого сорту, %	24,0±0,85	21,3±0,78*
-//- першого сорту, %	47,3±0,70	46,8±0,46
-//- другого сорту, %	28,7±1,27	32,7±1,12*
Жирова тканина, %	3,6±0,52	2,3±0,22
Сухожилки та зв'язки, %	1,6±0,09	1,8±0,10
Кістки, %	22,7±0,47	22,7 ±0,72
Втрати під час обвалювання, %	3,2±1,04	3,1±1,14

Примітка: *)P>0,95.

За кращого жирового покриву на туші відбувалося покращення їх конформації (м'ясистості) на 37,9 % ($P>0,99$) (табл. 2). Статистично значущий зв'язок встановлено нами [27] також між м'ясистістю туш і розвитком жирового покриву на них і в помісних бугайців від корів української чорно-рябої молочної породи та голштинських бугаїв. За кращого покриву туш жировою тканиною відбувається збільшення у 1,5 раза ($P>0,95$) товщини підшкірного жиру та погіршення на 23,1 % ($P>0,95$) площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*.

Мармуровість яловичини за збільшення покриву туш жиром виявляє тенденцію до погіршення (на 27,7 %), а кольори жирової і м'язової тканин – до покращення, відповідно, на 2,1 та 5,9 %.

Результати визначеної нами пенетраційної напруги демонструють, що за кращого розвитку (від 3 до 4 балів) жирового покриву на туші у зразку яловичини голка пенетрометра ПМДП за 180 секунд проникає глибше на 3,3 мм, ніж за його величини від 1 до 2 балів (табл. 3). Це свідчить про те, що за кращого (від 3 до 4 балів) розвитку жирово-

го покриву туш яловичина є менш грубою. Пояснити це можна тим, що кращий розвиток жирового покриву захищає тушу у холодильній камері від висихання та втрати вологи волокнами м'язів. За кращого розвитку жирового покриву виявляється тенденція до гіршого (на 5,3 пунктів) утримання води в м'ясі, що позначається на деяких його втратах (див. таблицю 1) та погіршує придатність до зберігання.

Зі зростанням жирового покриву виявляється тенденція до зменшення у яловичині загального вмісту вологи на 2,1 пункту та загальної маси золи на 0,3 пункту (табл. 4). Кислотність (pH) яловичини у тушах за різного розвитку жирового покриву порівняли із запропонованою [28] шкалою її класифікації (нормальна pH $\leq 5,8$; атипова pH $> 5,8$ але < 6 ; типова DFD pH ≥ 6). За жирового покриву у межах від 1 до 2 балів виявлялась атипова кислотність (5,9) яловичини. За кращого жирового покриву туш (від 3 до 4 балів) величина кислотності м'яса була нормальною (pH=5,8). Ви спостерігали тенденцію до підвищення у яловичині вмісту сухої речовини, протеїну та загального жиру.

Таблиця 2 – Якісні ознаки туш бугайців залежно від розвитку на них жирового покриву

Розвиток жирового покриву на туші, балів	Якісні ознаки туш					
	Конформація, балів	Мармуровість, балів	товщина підшкірного жиру, см	колір м'язової тканини, балів	колір жирової тканини на туші, балів	площа «м'язового вічка», см ²
від 1 до 2 (n=18)	2,9±0,23	6,0±0,87	0,6±0,05	5,1±0,14	4,7±0,10	90,4±4,91
від 3 до 4 (n=16)	4,0±0,21**	4,7±0,73	0,9±0,11*	5,4±0,19	4,8±0,22	73,4±4,58*

Примітка: *) $P>0,95$, **) $P>0,99$.

Таблиця 3 – Технологічні ознаки яловичини за різного жирового покриву на туші

Розвиток жирового покриву на туші, балів	Ознаки		
	водозв'язувальна здатність, %	уварювання, %	пенетрація, мм
від 1 до 2 (n=9)	56,1±4,49	37,5±1,29	17,7±2,13
від 3 до 4 (n=6)	61,4±4,45	37,0±3,71	21,0±2,36

Таблиця 4 – Хімічний склад яловичини за різного розвитку жирового покриву на туші

Розвиток жирового покриву на туші, балів	Ознаки					
	кислотність (pH)	вміст вологи, %	суха речовина, %	протеїн, %	загальний вміст жиру, %	загальна маса золи, %
від 1 до 2 (n=9)	5,9±0,15	71,5±1,78	28,5±1,78	20,0±0,88	6,4±0,78	2,2±0,40
від 3 до 4 (n=6)	5,8±0,13	69,4±1,78	30,6±1,79	21,9±0,84	6,8±1,34	1,9±0,44

Зі зростанням розвитку жирового покриття виявляється тенденція до погіршення смаку (на 3,3 %) та аромату (на 6,7 %) вареного м'яса – основних складових сенсорного оцінювання яловичини – ніжності на (6,7 %) і на 3,0 % соковитості (табл. 5).

Оцінюючи сенсорні характеристики бульйону із вивареного м'яса встановлено, що за вищих рівнів розвитку жирового покриття виявляється тенденція до збільшення такої його ознаки дегустації, як міцність на 8,7 %, та зменшення балів за прозорість, смак і аромат (табл. 6).

«м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* на 23,2 % ($P>0,95$).

Зі збільшенням розвитку жирового покриття на туші від 1–2 до 3–4 балів виявляється тенденція до зменшення забійного виходу (на 0,9 пункту), жирової тканини у туші (на 1,3 пункту), погіршення вмісту м'язової тканини першого сорту (на 0,5 пункту), утримання води в м'ясі на 5,3 пункту, придатності його до зберігання на 0,5 пункту, зменшення у яловичині загального вмісту вологи на 2,1 пункту, загальної маси золи – на 0,3 пункту, погіршення ніжності (на 6,2 %) та соковитості (на

Таблиця 5 – Сенсорні характеристики вареної яловичини за різного розвитку жирового покриття на туші

Розвиток жирового покриття на туші, балів	Сенсорні характеристики, балів					
	Соковитість	смак	аромат	ніжність	залишок після розжовування	середні значення за 5-ма ознаками дегустації
від 1 до 2 (n=8)	3,4±0,14	3,1±0,07	3,2±0,11	3,2±0,18	3,1±0,12	3,2±0,22
від 3 до 4 (n=5)	3,3±0,25	3,0±0,28	3,0±0,09	3,0±0,37	3,1±0,38	3,1±0,22

Таблиця 6 – Сенсорні характеристики бульйону із яловичини за різного розвитку жирового покриття на туші

Розвиток жирового покриття на туші, балів	Ознаки дегустації бульйону, балів			
	смак і аромат	міцність	прозорість	середні значення
від 1 до 2 (n=8)	2,6±0,13	2,3±0,08	2,6±0,18	2,4±0,08
від 3 до 4 (n=5)	2,3±0,11	2,5±0,34	2,2±0,24	2,3±0,17

У результаті, вивчаючи якісні ознаки яловичини у 18–24-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи за різного розвитку жирового покриття на туші встановлено, що за його значення від 3 до 4 балів статистично кращими були конформація (м'ясистість) туш, товщина жирової тканини під шкірою, вміст у туші м'язової тканини другого сорту. Гіршими – вміст у туші м'язової тканини вищого сорту та площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*. Спостерігали тенденцію до погіршення забійного виходу, вмісту у туші жирової тканини, зменшення мармуровості, кислотності (рН), сенсорних характеристик вареного м'яса та бульйону з нього.

Висновки. За покращення розвитку жирового покриття на туші статистично значуще поліпшуються їх конформація (м'ясистість) на 37,9 % ($P>0,99$) товщина підшкірного жиру у 1,5 раза ($P>0,95$), вміст м'язової тканини другого сорту на 13,9 % ($P>0,95$), погіршуються кількість м'язової тканини вищого сорту на 2,7 пункту ($P>0,95$), площа

2,9%) вареної яловичини, поліпшення на 8,7% міцності бульйону із вивареного м'яса.

Наступні дослідження необхідно спрямувати на вивчення залежності ознак забою тварин, морфологічного складу туш, фізико-технологічних властивостей яловичини, її хімічного складу, сенсорних показників вареного м'яса та бульйону з нього, залежно від розвитку жирового покриття на тушах у тварин інших порід України та їх помісей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Irie M. A review: Fat quality and eating quality of wagyu beef. *Nihon Chikusan Gakkaiho*. 2021. 92 (1). P. 1–16. DOI:10.2508/chikusan.92.1
- Supplementation of complex natural feed additive containing (*C. militaris*, probiotics and red ginseng by-product) on rumen-fermentation, growth performance and carcass characteristics in Korean native steers / M.S. Ju et al. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024. 10. 1300518 p. DOI:10.3389/fvets.2023.1300518
- Крук О.П., Угнівенко А.М. Мармуровість *m. longissimus dorsi* та її зв'язок з іншими ознака-

ми яловичини. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. 2024. 3. Р. 61–68. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2024.3.7

4. Meat and Livestock Australia. 2022. MLA state of industry report. NSW, Australia: MLA, North Sydney, P. 1–21. URL: https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/prices-markets/documents/trends--analysis/soti-report/2879-mla-state-of-industry-report-2022_d6_low-res_spreads.pdf [assessed March 27, 2024]

5. McPhee M.J. Predicting fat cover in beef cattle to make on-farm management decisions: a review of assessing fat and of modeling fat deposition. *Translational Animal Science*. 2024. 8. Р. 1–16. DOI:10.1093/tas/txae058

6. Comparative alternative polyadenylation profiles in differentiated adipocytes of subcutaneous and intramuscular fat tissue in cattle / X. Meng et al. *Gene*. 2024. 894. 147949 p. DOI:10.1016/j.gene.2023.147949

7. Geletu U.S., Usmael M.A., Mummed Y.Y., Ibrahim A.M. Quality of cattle meat and its compositional constituents. *Veterinary Medicine International*. 2021. 2021 (1). Р. 7340495–7340504. DOI:10.1155/2021/7340495

8. Comparison of Genetic Merit for Weight and Meat Traits between the Polled and Horned Cattle in Multiple Beef Breeds / I.A.S. Randhawa et al. *Animals*. 2020. 11 (3). 870 p. DOI:10.3390/ani11030870

9. European conformation and fat scores of bovine carcasses are not good indicators of marbling / J. Liu et al. *Meat Science*. 2020. 170. 108233 p. DOI:10.1016/j.meatsci.2020.108233

10. Changes in meat quality and muscle fiber characteristics of beef striploin (m. longissimus lumborum) with different intramuscular fat contents following freeze-thawing / C. Im et al. *LWT*. 2024. 198. P. 116081–116089. DOI:10.1016/j.lwt.2024.116081

11. Association between meat color of DFD beef and other quality attributes / M. Ijaz et al. *Meat Science*. 2020. 161. 107954 p. DOI:10.1016/j.meatsci.2019.107954

12. Крук О.П., Угнівенко А.М. Забійні і м'ясні якості чистопородних і помісних бугайців української чорно-рябої молочної породи. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». 2024. 1. С. 18–25. DOI:10.33245/2310-9289-2024-186-1-18-25

13. Salamończyk E., Grzeszek K., Guliński P., Wrzecińska M. Influence of the genotype and gender of young beef cattle on the value of carcasses purchased by one of the Polish meat processing plants. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis Agricultura Alimentaria Piscaria et Zootechnica*. 2022. 64 (4). Р. 68–75. DOI:10.21005/AAPZ2022.64.4.8

14. Commission Regulation (EC). Commission Regulation (EC) № 1249/2008 of 10 December 2008 laying down detailed rules on the implementation of the Community scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and the reporting of prices there of. URL: <https://publications.europa.eu/en/pub->

[publication-detail/-/publication/9716803a-8887-4956-9877-629031ec7723/language-en](https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9716803a-8887-4956-9877-629031ec7723/language-en). 23.11.2018.

15. JMGA. Beef carcass grading standart. Japan meat grading association. Tokyo, Japan, 2000. URL: https://twinwoodcattle.com/sites/default/files/publications/2017-06/TWRA120_Japan_Beef_Carcass_Grading_Standard.pdf

16. Наказ за № 290 від 06 серпня 2004 р. «Про затвердження Інструкції з оцінки кнурів і свиноматок за якістю потомства в умовах спеціалізованих контрольно-випробувальних станцій».

17. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: підручник / М.М. Клименко та ін. Київ: Вища освіта, 2006. 640 с.

18. Гуць В.С., Коваль О.А. Методика дослідження консистенції харчових дисперсних систем методом пенетрації. *Харчова промисловість*. 2007. № 5. С. 16–23.

19. Маньковський А.Я., Антонюк Т.А. Технологія продуктів забою тварин: підручник. 2014. К.: Агроосвіта, 336 с.

20. Шкурін Г.Т., Тимченко О.Г., Вдовиченко Ю.В. Забійні якості великої рогатої худоби. Київ: «Аграрна наука», 2002. 50 с.

21. ДСТУ ISO 1443:2005. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення загального вмісту жиру. [Чинний від 2007–04–01]. Київ, 2007. 4 с. (Національний стандарт України).

22. ДСТУ ISO 936:2008. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи. [Чинний від 2008–09–01]. Київ, 2010. 6 с. (Національний стандарт України).

23. ДСТУ ISO 1442:2005. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод). [Чинний від 2007–04–01]. Київ, 2007. 4 с. (Національний стандарт України).

24. ДСТУ ISO 2917–2001. М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН (контрольний метод). [Чинний від 2003–01–01]. Київ, 2002. 5 с. (Національний стандарт України).

25. Антонюк Т.А. Технологія продуктів забою тварин. Київ, 2020. URL: https://nubip.edu.ua/site/default/files/u249/tehnologiya_produktyv_zaboyu_tvaryn

26. Біологія великої рогатої худоби м'ясних порід: монографія / А.М. Угнівенко та ін. К.: ФОП Ямчинський О.В., 2020. 608 с.

27. Крук О.П., Угнівенко А.М. Конформація туш помісних бугайців та її зв'язок з якісними ознаками яловичини. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. 2024 (2). С. 76–82. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2024.2.11

28. Sensory quality of beef with different ultimate pH values-A Brazilian perspective / G.A. Ferreira et al. *Meat Science*. 2024. 209. 109415 p. DOI:10.1016/j.meatsci.2023.109415

REFERENCES

1. Irie, M. (2021). A review: Fat quality and eating quality of wagyu beef. *Nihon Chikusan Gakkaiho*. 92 (1), pp. 1–16. DOI:10.2508/chikusan.92.1

2. Ju, M.S., Jo, Y.H., Kim, Y.R., Ghassemi Nejad, J., Lee, J.G., Lee, H.G. (2024). Supplementation

- of complex natural feed additive containing (C. mitis, probiotics and red ginseng by-product) on rumen-fermentation, growth performance and carcass characteristics in Korean native steers. *Frontiers in Veterinary Science*. 10, 1300518 p. DOI:10.3389/fvets.2023.1300518.
3. Kruk, O.P., Uhnivenko, A.M. (2024). Marbling *m. longissimus dorsi* та її зв'язок з іншими ознаками яловичини. [Marbling of *m. longissimus dorsi* and its relation to other beef traits]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]*. *Tvarynytstvo [Livestock]*, (3), pp. 61–68. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2024.3.7. (In Ukrainian).
4. Meat and Livestock Australia. (2022). MLA state of industry report. NSW, Australia: MLA, North Sydney, pp. 1–21. Available at: https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/prices-markets/documents/trends-analysis/soti-report/28_79-mla-state-of-industry-report-2022_d6_low-res_spreads.pdf [assessed March 27, 2024]
5. McPhee, M.J. (2024). Predicting fat cover in beef cattle to make on-farm management decisions: a review of assessing fat and of modeling fat deposition. *Translational Animal Science*, 8, pp. 1–16. DOI:10.1093/tas/txae058
6. Meng, X., Li, C., Hei, Y., Zhou, X., Zhou, G. (2024). Comparative alternative polyadenylation profiles in differentiated adipocytes of subcutaneous and intramuscular fat tissue in cattle. *Gene*. 894, 147949 p. DOI:10.1016/j.gene.2023.147949
7. Geletu, U.S., Usmael, M.A., Mummed, Y.Y., Ibrahim, A.M. (2021). Quality of cattle meat and its compositional constituents. *Veterinary Medicine International*. 2021 (1), pp. 7340495–7340504. DOI:10.1155/2021/7340495
8. Randhawa, I.A.S., McGowan, M.R., Porto-Neto, L.R., Hayes, B.J., Lyons, R.E. (2021). Comparison of Genetic Merit for Weight and Meat Traits between the Polled and Horned Cattle in Multiple Beef Breeds. *Animals*. 11 (3), 870 p. DOI:10.3390/ani11030870.
9. Liu, J., Chriki, S., Ellies-Oury, M.P., Legrand, I., Pogorzelski, G., Wierzbicki, J., Farmer, L., Troy, D., Polkinghorne, R., Hocquette, J.F. (2020). European conformation and fat scores of bovine carcasses are not good indicators of marbling. *Meat Science*, 170, 108233 p. DOI:10.1016/j.meatsci.2020.108233
10. Im, C., Song, S., Cheng, H., Park, J., Kim, G.D. (2024). Changes in meat quality and muscle fiber characteristics of beef striploin (*m. longissimus lumborum*) with different intramuscular fat contents following freeze-thawing. *LWT*. 198, pp. 116081–116089. DOI:10.1016/j.lwt.2024.116081
11. Ijaz, M., Li, X., Zhang, D., Hussain, Z., Ren, C., Bai, Y., Zheng, X. (2020). Association between meat color of DFD beef and other quality attributes. *Meat Science*. 161, 107954 p. DOI:10.1016/j.meatsci.2019.107954
12. Kruk, O.P., Uhnivenko, A.M. (2024). Zabiini i miasni yakosti chystoporodnykh i pomisnykh buhaisiv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Slaughter and meat qualities of purebred and crossbred Ukrainian black-spotted dairy cattle.]. *Zbirnyk naukovykh prats «Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynytstva» [Collection of scientific works «Technology of production and processing of animal husbandry products»]*, no. 1, pp. 18–25. DOI:10.33245/2310-9289-2024-186-1-18-25 (In Ukrainian).
13. Salamończyk, E., Grzeszek, K., Guliński, P., Wrzecińska, M. (2022). Influence of the genotype and gender of young beef cattle on the value of carcasses purchased by one of the Polish meat processing plants. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis Agricultura Alimentaria Piscaria et Zootechnica*, 64 (4), pp. 68–75. DOI:10.21005/AAPZ2022.64.4.8
14. Commission Regulation (EC). Commission Regulation (EC) № 1249/2008 of 10 December 2008 laying down detailed rules on the implementation of the Community scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and the reporting of prices thereof. Available at: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9716803a-8887-4956-9877-629031ec7723/language-en.23.11.20> 18.
15. JMGA. (2000). Beef carcass grading standard. Japan meat grading association. Tokyo, Japan. Available at: https://twinwoodcattle.com/sites/default/files/publications/201706/TWRA120_Japan_Beef_Carcass_Grading_Standard.pdf.
16. Nakaz za № 290 vid 06 serpnia 2004 r. «Pro zatverdzhennia instruktsii z otsinky knuriv i svynomatok za yakistiu potomstva v umovakh spetsializovanykh kontrolno-vyprobuvalnykh stantsii» [«On approval of the instruction for evaluation of boars and sows for the quality of offspring in the conditions of specialized testing stations»]. (In Ukrainian).
17. Klymenko, M.M., Vinnikova, L.H., Bereza, I.H., Honcharov, H.I., Pasichnyi, V.M., Bal-Prylypko, L.V., Kyshenko, I.I., Busha O.O., Tkachenko, K.D. (2006). *Tekhnolohiia miasa ta miasnykh produktiv [Technology of meat and meat products]*. Kyiv: Higher Education, 640 p. (In Ukrainian).
18. Huts, V.S., Koval, O.A. (2007). *Metodyka doslidzhennia konsystentsii kharchovykh dyspersnykh system metodom penetratsii. [Methods for studying the consistency of food dispersed systems by the method of penetration]*. *Kharchova promyslovisht [Food industry]*, 5, pp. 16–23. (In Ukrainian).
19. Mankovskyi, A.Ya., Antoniuk, T.A. (2014). *Tekhnolohiia produktiv zaboju tvaryn [Animal slaughter product technology: a textbook]*. K.: Agricultural education, 336 p. (In Ukrainian).
20. Shkurin, H.T., Tymchenko, O.H., Vdovychenko, Yu.V. (2002). *Zabiini yakosti velykoi rohatoi khudoby [Slaughter qualities of cattle]*. K.: «Agrarian Science», 50 p. (In Ukrainian).
21. DSTU ISO 1443:2005. *Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia zahalnoho vmistu zhyru. [Chynnyi vid 2007–04–01] [DSTU ISO 1443:2005. Meat and meat products. Method for the determination of total fat content. [Valid from 2007–04–01].]* Kyiv, 2007, 4 p. (State consumer standard of Ukraine). (In Ukrainian).

22. DSTU ISO 936:2008. Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia masovoi chastky zahalnoi zoly. [Chynnyi vid 2008–09–01] [DSTU ISO 936:2008. Meat and meat products. Method for determining the mass fraction of total ash. [Valid from 2008–09–01]]. Kyiv, 2010, 6 p. (State consumer standard of Ukraine). (In Ukrainian).

23. DSTU ISO 1442:2005. Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia vmistu volohy (kontrolnyi metod). [Chynnyi vid 2007–04–01] [DSTU ISO 1442:2005. Meat and meat products. Method for determining moisture content (control method). [Valid from 2007–04–01]]. Kyiv, 2007, 4 p. (State consumer standard of Ukraine). (In Ukrainian).

24. DSTU ISO 2917–2001. Miaso ta miasni produkty. Vyznachennia rN (kontrolnyi metod). [Chynnyi vid 2003–01–01] [DSTU ISO 2917–2001. Meat and meat products. Determination of pH (control method). [Valid from 2003–01–01]]. Kyiv, 2002, 5 p. (National standard of Ukraine). (In Ukrainian).

25. Antoniuk, T. (2020). Tekhnolohiia produktiv zaboiu tvaryn [Technology of animal slaughter products]. Available at: https://nubip.edu.ua/site/default/files/u249/tehnologiya_produktyv_zaboyu_tvaryn

26. Uhnivenko, A.M., Kolisnyk, O.I., Antoniuk, T.A., Prudnikov, V.H., Nosevych, D.K. (2020). Biolohiia velykoi rohatoi khudoby m 'iasnykh porid: monohrafiia [Biology of cattle of meat breeds: monograph]. K.: FOP Yamchynskiy O.V., 608 p. (In Ukrainian).

27. Kruk, O.P., Uhnivenko, A.M. (2024). Konformatsiia tush pomisnykh buhaisiv ta yii zviazok z yakisnymi oznakamy yalovychyny [Conformation of carcasses of local bulls and its relation to the quality traits of beef]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynytstvo. [Animal husbandry], (2), pp. 76–82. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2024.2.11. (In Ukrainian).

28. Ferreira, G.A., Barro, A.G., Terto, D.K., Bosso, E.B., Dos Santos, É.R., Ogawa, N.N., Bridi, A.M. (2024). Sensory quality of beef with different ultimate pH values-A Brazilian perspective. Meat Science. 209, 109415 p. DOI:10.1016/j.meatsci. 2023.109415

The characteristics of beef produced from bulls of the Ukrainian Black-and-White dairy breed with different carcass fatty tissue coverage

Kruk O., Uhnivenko A.

The composition of cattle carcasses is important for their producers and processors. Their commercial value is related to the composition of tissues (the ra-

tio of muscle, fat and bone). In Ukraine, a significant share of beef comes from dairy breeds. Ukraine's accession to the European Community requires that national standards for evaluating cattle carcasses be in line with international standards.

The article presents the results of studies of the qualitative traits of beef of 18-24-month-old bulls of the Ukrainian black-and-white dairy breed with different development of the carcass cover with adipose tissue. The animals were slaughtered in the slaughterhouse of Kalynivka village, Brovary district, Kyiv region. After slaughtering the bulls, the conformation of the carcasses and their fat coverage were determined according to the EUROP method (2008). According to the JMGA (2000) classification, the color of muscle and adipose tissue was assessed using a scale from 1 to 7 points, and the marbling of *m. longissimus dorsi* between the 12th and 13th rib was assessed on a scale from 1 to 12 points.

It was found that with the improvement of the development of fatty tissue on the carcass, their conformation (meatiness) statistically significantly improved by 37,9% ($P>0,99$), the thickness of subcutaneous fat by 1,5 times ($P>0,95$), the content of second-grade muscle tissue by 13,9% ($P>0,95$), the amount of higher-grade muscle tissue by 2,7 points ($P>0,95$) and the area of the "muscle eye" by 23,2% ($P>0,95$) deteriorate. With an increase in the development of subcutaneous fat on the carcass, there is a tendency to: saturation of colour of subcutaneous adipose tissue by 2,7%, tendons and ligaments by 0,2 points and the strength of the broth from boiled meat by 8,7%; a decrease in the live weight of animals after hungry aging by 2,7%, slaughter yield (carcass) by 0,9 points, adipose tissue in the carcass by 1,3 points, and the content of first grade muscle tissue by 0,5 points; deterioration of meat marbling by 27,7% and water retention by 5,3 points, and meat shelf life by 0,5 points; decrease in total moisture content by 2,1 points and total ash mass by 0,3 points, and the main components of beef sensory evaluation - tenderness by 6,7% and juiciness by 3,0%.

The practical importance of the data is to obtain knowledge about the dependence of some signs of slaughter, morphological composition, physical, technological and sensory properties of beef obtained from 18-24-month-old bulls of the Ukrainian Black-and-White dairy breed with different development of adipose tissue under the skin.

Key words: subcutaneous adipose tissue, beef, marbling, carcass coverage with adipose tissue, sensory characteristics of cooked meat, chemical composition of meat.



Copyright: Крук О.П., УГНІВЕНКО А.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Крук О.П.

УГНІВЕНКО А.М.









<https://orcid.org/0000-0001-9975-8994>

<https://orcid.org/0000-0001-6278-8399>


ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 636.598.084.1/.087.8:612.015.3

Вплив ферментного препарату Hemicell®НТ на обмін речовин молодняку гусей

Бабенко С.П. , Бомко В.С. , Кузьменко О.А. ,
Чернявський О.О. , Титарьова О.М. , Сломчинський М.М. ,
Недашківський В.М. , Соболева С.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 E-mail: Бабенко С.П. sergey.babenko@btsau.edu.ua; Бомко В.С. vitaliy.bomko@btsau.edu.ua; Кузьменко О.А. oksana.kuzmenko@btsau.edu.ua; Чернявський О.О. oleksandr.chernyavskiy@btsau.edu.ua; Титарьова О.М. olenakosyanenko@gmail.com; Сломчинський М.М. mihaill.slomchinskiy@btsau.edu.ua; Недашківський В.М. vladimir.nedashkivsky@btsau.edu.ua; Соболева С.В. solanassv@gmail.com



Бабенко С.П., Бомко В.С., Кузьменко О.А., Чернявський О.О., Титарьова О.М., Сломчинський М.М., Недашківський В.М., Соболева С.В. Вплив ферментного препарату Hemicell®НТ на обмін речовин молодняку гусей. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 25–35.

Babenko S., Bomko V., Kuzmenko O., Cherniavskiy O., Tytariova O., Slomchynskiy M., Nedashkivsky V., Sobolieva S. Effect of enzyme preparation Hemicell®НТ on the metabolism of young geese. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 25–35.

Рукопис отримано: 27.05.2024 р.

Прийнято: 10.06.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-25-35

На процесі травлення в організмі птиці впливає багато чинників: вік, стать, крос птиці, напрям продуктивності, раціон. Основними показниками вивчення фізіології травлення у наукових працях з питань повноцінної годівлі птиці є визначення коефіцієнтів перетравності поживних речовин раціону, обмін азоту, кальцію та фосфору.

У період проведення балансового дослідження гусенята контрольної та дослідних груп отримували ідентичний раціон в однаковій кількості. Повне поїдання кормосуміші забезпечило щодобове споживання поживних речовин піддослідною птицею. Перетравність поживних речовин кормів, що надходять до організму, багато у чому залежить від ферментативної активності залоз внутрішньої секреції, секреторної функції відділів травного каналу та окремих органів. За годівлі гусенят однією тільки повнораціонною кормовою сумішшю (гуси 1-ї контрольної групи) перетравність сухої речовини кормосуміші була на рівні 75,8 %, додавання до раціону 150 г на 1 т кормосуміші ферментного препарату Hemicell®НТ (гуси 2-ї дослідної групи) підвищує її перетравність на 0,9 %, збільшення дози ферментного препарату до 250 г (гуси 3-ї дослідної групи) – на 1,4, до 310 г (гуси 4-ї дослідної групи) – на 1,5 %. Аналогічна закономірність спостерігається і з органічною речовиною. Якщо в гусей 1-ї контрольної групи перетравність становила 77,8 %, то в аналогів 2-ї групи вона зросла на 1,2 %, 3-ї – на 2,4 (p<0,05) і в 4-ї групи – на 2,1 % (p<0,05).

Підвищення перетравності органічної речовини раціону гусенят дослідних груп відбулося в основному за рахунок перетравності сирого протеїну та сирого жиру. Найвища перетравність протеїну спостерігалася у гусей 3-ї дослідної групи і склала 93,6 %, потім в аналогів 4-ї – 92,2 та у птиці 2-ї дослідної групи – 91,0 %, що вище порівняно з птицею 1-ї контрольної групи, відповідно, на 5,0 % (p<0,05); 3,6 і 2,4 % (p<0,001).

Однак низьке дозування ферментного препарату, на відміну від середнього та високого, сприяє більш вищій перетравності сирого жиру в організмі птиці. Так, якщо у гусей 1-ї контрольної групи перетравність сирого жиру склала 52,2 %, то в аналогів 2-ї дослідної групи вона зросла на 12,0 % (p<0,001) і склала 64,2 %,

в гусей 3-ї дослідної групи – на 8,1 % ($p \leq 0,01$) і склала 60,3 %, в аналогів 4-ї дослідної групи – на 9,7 % і склала 61,9 % ($p \leq 0,01$).

Суттєвих відмінностей між групами в перетравності сирової клітковини та БЕР не спостерігалось. Перетравність сирової клітковини перебувала в межах від 29,2 % у гусенят 1-ї контрольної групи, до 31,8 % – в аналогів 4-ї дослідної групи, а перетравність БЕР – від 81,8 % у гусенят 2-ї дослідної групи, до 83,1 % в гусенят 3-ї дослідної групи.

Таким чином, на перетравність поживних речовин раціонів гусенят ферментний препарат впливає неоднаково, низьке дозування здебільшого впливає на перетравність сирого жиру, середнє – сирого протеїну, високе дозування – на перетравність сирого протеїну і жиру, проте менше, ніж середнє дозування.

Найвище використання азоту в тілі гусенят спостерігається за включення до складу основного раціону ферментного препарату в дозі 250 г на 1 т кормової суміші. Ферментний препарат менше впливає на перетравлення і відкладення в тілі фосфору, водночас найбільше відкладення кальцію в організмі спостерігається за середнього дозування препарату, що вивчається. Низьке дозування ферментного препарату не впливає на підвищення його ретенції в організмі гусенят.

Ключові слова: гуси, ферментний препарат Hemicell®HT, хімічний склад, коефіцієнт перетравності, обмін речовин.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Для живого організму необхідні усі поживні і біологічно активні речовини: білки, жири, вуглеводи, вітаміни, макро- і мікроелементи, пробіотики та пребіотики і навіть ароматичні речовини [5, 6]. Нестача того чи іншого елемента живлення в організмі негативно впливає на його ріст і розвиток. Необхідно, щоб надходження до організму поживних речовин поєднувалося із засвоєнням та перебувало в межах фізіологічної норми [14].

Більшість ферментних препаратів є комплексними. Крім основного компонента, до їх складу входить також низка інших супутніх ферментів. Їх склад, співвідношення і кількість підбирають індивідуально, залежно від природи зернової і білкової частини комбікормів. Наприклад, овес і ячмінь містять високу кількість клітковини, а клітинні стінки ендосперму цього зерна складаються на 75–80 % із Р-глюканів та на 20–25 % із арабіноксиланів. Тому до раціону із овесом і ячменем доцільно включати кормові ферментні препарати з високим вмістом целюлази та Р-глюканази, а меншим – ксиланази. Пшениця, тритикале і жито містять незначну кількість клітковини, їх клітинні стінки ендосперму містять 75–80 % арабіноксиланів та 20–25 % Р-глюканів. Тому до раціонів на їх основі необхідно додавати кормові ферменти з високим вмістом ксиланази та меншим – целюлази і Р-глюканази [3, 20].

У дослідженнях на курчатах-бройлерах, до раціону яких внесено фермент целюлазу, отриманий зі штаму *Aspergillus terreus*, культивованого на поживному середовищі з 0,5 мг/л органічного комплексу сполуки Купруму, встановлено вищий рівень відкладення у м'ясі курчат-бройлерів протеїну. Також вказано, що біологічна цінність м'яса курчат-бройлерів які споживали комбікорм з додаванням цього ферменту, була вищою на 3,1 % порівняно з контрольною групою птиці, про що свідчить інтенсивність збільшення біомаси клітин *Tetrachymena pyriformis* [2]. Відомим є фермент фітаза, що активно розщеплює фітінні комплекси та суттєво підвищує засвоєння органічного фосфору із комбікормів.

Протеази – це ферменти, що виробляються в організмі тварин у вигляді пепсину, трипсину, хімотрипсину, еластази, проте у молодняку, особливо у перші 10 днів (стартова фаза), активність власних травних ферментів невисока. Тому застосовують екзогенні кормові протеази, що виправдано у цей період вирощування [3].

У результаті випробування кормової протеази, що входить до складу відомих препаратів Axtra® XAP і Avizyme® (Danisco Animal Nutrition (підрозділу компанії DuPont), було доведено ефективність використання протеаз у птиці, старшої 10-денного віку, та тлі важкогідролізних компонентів у складі гороху на дефіцитних за амінокислотною поживністю раціонів [1].

Результати досліджень показали, що додавання до раціонів гусей культури дріжджів та дріжджів із добавками бактеріоцину та культур *Lactobacillus* може покращити продуктивність росту та засвоюваність поживних речовин, а також може модулювати імунну відповідь гусей. Ця дієтична стратегія, заснована на кормових добавках, є ефективним методом для покращення ефективності росту гусей [7, 23].

Різні способи підготовки кормів до згодовування [9], режим згодовування кормів, кормові добавки різного походження також значно впливають на процеси перетравності поживних речовин [21]. Вплив сухого та вологого ферментованого корму [16], його величина значно впливають на кількість споживання корму гусьми, на перетравність поживних речовин корму, що в цілому сприяє продуктивності та виходу гусятини [17, 22], а харчові добавки дріжджових пептидів покращують продуктивність росту гусей та впливають на засвоюваність поживних речовин і метаболіти крові [13].

Додавання лимонної кислоти, як регулятора кислотності, допомагає засвоювати поживні речовини за рахунок сприяння виробленню ферментів, а завдяки бактерицидним і фунгіцидним властивостям утворює бар'єр для різних інфекцій. Вченими доведено позитивний вплив на ріст та покращення антиоксидантної здатності і мікробіоту сліпої кишки гусей. На підставі цього дослідженнями рекомендовано включати 3,2 % органічних кислот до раціонів вирощування гусей [25].

Дослідження впливу ферментованих кормів у різних дозах на продуктивність росту та мікробіоту сліпої кишки гусей показали взаємозв'язок між кишковою мікрофлорою та продуктивністю за споживання 7,5 % ферментованого корму. Це сприяє тенденції до збільшення маси тіла та середньодобового приросту гусей і вказує на те, що ферментовані корми мають важливий вплив на мікрофлору сліпої кишки гусей і можуть впливати на ріст гусей, мікробний статус годівлі та здоров'я кишківника [11].

Для складання рецепту кормових ферментних препаратів необхідно враховувати вид, вік та напрямок продуктивності тварин. Позитивний ефект більшості ферментних препаратів при застосуванні у тваринництві ґрунтується, по-перше, на тому, що відбувається руйнування стінки рослинних клітин і підвищується доступність наявних крохмалю, білку та жирів для дії ферментів

травного тракту [5, 8]; по-друге, підвищується перетравність поживних речовин і полегшується їх всмоктування в тонкій кишці [10, 19]; по-третє, зменшується негативний вплив некрохмалистих полісахаридів і їх розчинних фракцій [12, 24]; по-четверте, компенсується брак власних ферментів, що особливо важливо для молодняку, та в умовах стресу [15]; по-п'яте покращується мікрофлора тонкого відділу кишківника через зниження в'язкості хімусу і підвищення рівня моносахаридів [1, 4].

Завдяки цим властивостям і дії ферментних препаратів фахівці тваринництва можуть досягти покращення ряду виробничих показників у галузі, а саме: підвищити кормову цінність раціонів на 5–10 % за рахунок більш повного використання поживних речовин корму та вивільнення енергії підвищити засвоюваність поживних речовин на 6–10 %; знизити затрати кормів на одиницю продукції (на 5–14 %); підвищити продуктивність тварин (на 5–12 %); частково замінити дорогі компоненти кормів (кукурудза, соєвий шрот), на дешевші (жито, пшениця, тритикале, овес, ячмінь, макуха і соняшникові шрот) з підвищеним умістом клітковини без зниження продуктивності; знизити кількість, вологість гною, і, як наслідок, вологість підстилки; поліпшити екологічну ситуацію зовнішнього середовища за рахунок більш повного засвоєння азоту і фосфору тваринами, зменшити викиди цих речовин у довкілля на 20–40 % [1, 18].

Отже, правильний підбір і використання ферментних препаратів у кормовиробництві дає можливість знизити витрати на годівлю і підвищити продуктивність тварин за незмінних затрат на виробництво. Отже, на процеси травлення в організмі птиці впливає багато чинників, як-от: вік, стать, крос птиці, напрям продуктивності, раціон. Основними показниками вивчення фізіології травлення у наукових працях з питань повноцінної годівлі птиці є визначення коефіцієнтів перетравності поживних речовин раціону, баланси азоту, кальцію та фосфору.

Мета дослідження – розрахувати в балансовому досліді коефіцієнти перетравності раціону та баланси азоту кальцію та фосфору гусенят-бройлерів під впливом різних дозувань ферментного препарату Hemicell®НТ.

Матеріал і методи дослідження. Для вивчення впливу різних дозувань ферментного препарату Hemicell®НТ на перетравність та використання поживних речовин кормосуміші було проведено балансовий дослід напри-

кінці періоду відгодівлі гусенят у 56-добовому віці (за 5 аналогічними за масою голів з кожної групи). Тривалість балансового дослідження – 10 діб, зокрема, 5 діб облікових. Птиця перебувала в окремих клітках із сітчастим дном, під яким встановлено каркаси з поліетиленової плівки для збору посліду.

Упродовж балансового дослідження щодня враховували кількість з'їденого корму шляхом обліку залишків корму від заданого та кількість виділеного посліду. Послід збирали двічі на добу (вранці та ввечері), зважували, поміщали в подвійні поліетиленові пакети (ретельно закриті), заливали 0,1 н розчином щавлевої кислоти (2 мл на 50 г посліду) для зв'язування аміаку. Кількість витраченої кислоти враховували при визначенні початкової вологоти. Послід зберігали в холодильнику. Хімічний склад кормосуміші, посліду проводили в науково-дослідній лабораторії якості кормів Білоцерківського НАУ за загальноприйнятими методиками. Коефіцієнти перетравності, баланси азоту, кальцію та фосфору оброблені біометрично за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій.

Результати дослідження та обговорення. У період проведення балансового дослідження гусенята контрольної та дослідних груп

отримували ідентичний раціон в однаковій кількості. Повне поїдання кормосуміші забезпечило щодобове споживання поживних речовин піддослідною птицею, кількість яких наведено в таблиці 1.

Додавання різних доз ферментного препарату Nemicell®НТ до кормосуміші гусенят 2–4-ї дослідних груп зумовило певний вплив на обмінні процеси, що своєю чергою позначилося на вмісті поживних речовин у посліді гусенят (табл. 2).

Наведені вище дані таблиці 2 свідчать, що зі збільшенням дозування ферментного препарату в кормосуміші гусенят 2–4-ї дослідних груп порівняно з аналогами контрольної групи спостерігається тенденція до зниження сухої речовини в посліді. Так, якщо у гусенят 1-ї контрольної групи її вміст у посліді був на рівні 67,17 г, то в аналогів 2-ї дослідної групи рівень сухої речовини знизився на 1,37 г, у 3-ї – на 3,74 г та у гусенят 4-ї дослідної групи – на 3,98 г.

Аналогічна закономірність спостерігається і в кількості органічної речовини у посліді. Водночас якщо в гусенят 2-ї дослідної групи порівняно з аналогами 1-ї контрольної відмінність становила 3,33 г, а в 4-ї дослідної – на 5,59 г, то в аналогів 3-ї дослідної групи цей показник був найвищим – 6,51 г ($p \leq 0,05$).

Таблиця 1 – Хімічний склад кормосуміші та середньодобове споживання поживних речовин гусенятами

Показник	Хімічний склад кормосуміші, %	Міститься в 325 г кормосуміші, г
Суша речовина	85,4	278,0
Органічна речовина	81,1	264,0
Сирий протеїн	18,6	60,0
Сирий жир	4,5	14,6
Сира клітковина	6,15	20,0
БЕР	51,85	169,0
Кальцій	1,32	4,29
Фосфор	0,668	2,17

Таблиця 2 – Вміст поживних речовин у посліді гусенят (у середньому за добу), г $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ (n=5)

Показник	Група			
	1 контрольна	дослідна		
		2	3	4
Суша речовина	67,17±1,06	65,80±1,28	63,43±1,57	63,19±2,19
Органічна речовина	58,65±1,13	55,32±1,33	52,14±1,92*	53,06±2,09
Сирий протеїн	6,89±0,20	5,48±0,22	3,88±0,24***	4,74±0,37***
Сирий жир	6,98±0,31	5,22±0,17***	5,80±0,11**	5,56±0,08**
Сира клітковина	14,16±0,08	13,90±0,12	13,86±0,17	13,64±0,32
БЕР	30,62±1,34	30,72±1,67	28,60±2,01	29,12±2,35

Примітка: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ порівняно з контрольною групою.

Зниження вмісту органічної речовини в посліді гусенят 2–4-ї дослідних груп відбулося в основному за рахунок зменшення кількості сирого протеїну та сирого жиру.

Порівняно з послідом гусенят 1-ї контрольної групи вміст сирого протеїну у гусенят 2-ї дослідної групи зменшився на 1,41 г, або на 20,5 %, в аналогів 3-ї дослідної групи – на 3,01 г, або 43,7 % ($p \leq 0,001$), та в гусей 4-ї дослідної групи – на 2,15 г, або 21,2 % ($p \leq 0,001$). Найнижчий вміст сирого жиру спостерігався в посліді гусенят 2-ї дослідної групи і склав 5,22 г, наступним був аналогічний показник у гусей 4-ї дослідної групи – 5,56 г та 3-ї дослідної групи – 5,80 г, що було нижчим порівняно з аналогами 1-ї контрольної групи на 25,2 % ($p \leq 0,001$), 16,9 та 19,3 % ($p \leq 0,01$).

За вмістом у посліді гусенят сирого клітковини спостерігається тенденція до її зменшення у групах, де птиця отримувала екзогенний ферментний препарат. Ця різниця була в межах 0,26–0,52 г. За показником БЕР зменшення спостерігалось тільки в аналогів 3-ї та 4-ї дослідних груп і не мало статистично значущої різниці.

Наявна різниця у виділенні поживних речовин з послідом за однакового їх надходження до організму піддослідних гусенят дозволила розрахувати коефіцієнти перетравності, наведені в таблиці 3.

Перетравність поживних речовин кормів, що надходять до організму, багато в чому залежить від ферментативної активності залоз внутрішньої секреції, секреторної функції відділів травного каналу та окремих органів.

За годівлі гусенят однією тільки повнораціонною кормовою сумішшю (гуси 1-ї контрольної групи) перетравність сухої речовини кормосуміші перебувало на рівні 75,8 %,

добавка до раціону 150 г/т кормосуміші ферментного препарату (гуси 2-ї дослідної групи) підвищує її перетравність на 0,9 %, а збільшення додавання ферментного препарату до 250 г/т (гуси 3-ї дослідної групи) – на 1,4 %, до 310 г/т (гуси 4-ї дослідної групи) – на 1,5 %. Аналогічна закономірність спостерігається і з органічною речовиною. Якщо в аналогів 1-ї контрольної групи її перетравність становила 77,8 %, то в гусей 2-ї дослідної групи вона зросла на 1,2 %, у 3-ї – на 2,4 ($p \leq 0,05$), а в гусей 4-ї дослідної групи – на 2,1 % ($p \leq 0,05$).

Підвищення перетравності органічної речовини раціону гусенят дослідних груп відбулося в основному за рахунок перетравності сирого протеїну та сирого жиру. Найвища перетравність протеїну спостерігалась в гусей 3-ї дослідної групи і склала 93,6 %, 4-ї – 92,2 та у 2-ї дослідної групи – 91,0 %, що є вищим показником порівняно з аналогами контролю, відповідно, на 5,0 %, 3,6 % ($p \leq 0,001$) і 2,4 ($p \leq 0,05$).

Однак низьке дозування ферментного препарату, на відміну від середнього та високого, сприяє більш вищій перетравності сирого жиру в організмі птиці. Так, якщо в аналогів контролю перетравність сирого жиру склала 52,2 %, то в гусей 2-ї дослідної групи вона зросла на 12,0 % ($p \leq 0,001$) і склала 64,2 %, в гусей 3-ї дослідної групи – на 8,1 % ($p \leq 0,01$) і склала 60,3 %, а в аналогів 4-ї дослідної групи – на 9,7 % і склала 61,9 % ($p \leq 0,01$). Суттєвих відмінностей між групами в перетравності сирого клітковини та БЕР не спостерігалось. Перетравність сирого клітковини перебувало в межах від 29,2 % у гусенят 1-ї контрольної групи до 31,8 % – у гусей 4-ї дослідної групи, а перетравність БЕР – від 81,8 % у гусей 2-ї дослідної групи до 83,1 % в аналогів 3-ї дослідної групи.

Таблиця 3 – Коефіцієнти перетравності поживних речовин кормосуміші гусенятами, г $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ (n=5)

Показник	Група			
	1 контрольна	дослідна		
		2	3	4
Суша речовина	75,8±0,38	76,7±0,47	77,2±0,56	77,3±0,78
Органічна речовина	77,8±0,43	79,0±0,51	80,2±0,72*	79,9±0,79*
Сирий протеїн	88,6±0,33	91,0±0,35*	93,6±0,41***	92,2±0,60***
Сирий жир	52,2±2,12	64,2±19***	60,3±0,78**	61,9±0,55**
Сира клітковина	29,2±0,37	30,5±0,59	30,7±0,86	31,8±1,61
БЕР	81,9±0,78	81,8±0,98	83,1±1,19	82,8±1,39

Примітка: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ порівняно з контрольною групою.

Отже, на перетравність поживних речовин раціонів гусенят ферментний препарат впливає неоднаково, низьке дозування здебільшого впливає на перетравність сирого жиру, середнє – сирого протеїну, високе дозування – на перетравність сирого протеїну і жиру, але меншою мірою, ніж середнє дозування.

Азотисті речовини корму, потрапляючи до травного каналу тварини, піддаються гідролізу до вільних амінокислот, які використовуються для росту та розвитку організму, що росте, відновлення зношених тканин, росту та розвитку плоду. Тому про ефективність використання протеїну корму у різні вікові періоди у сільськогосподарських тварин та птиці можна робити висновки за балансом азоту.

Анатомічні особливості травної системи та органів сечовиділення у птиці дозволяють одномоментно враховувати весь азот, що виділяється з організму, а кількість відкладеного азоту в тілі розрахувати за формулою:

$$\begin{aligned} N \text{ відкладений у тілі} &= \\ &= N \text{ корму} - (N \text{ калу} + N \text{ сечі}); \\ N \text{ калу} + N \text{ сечі} &= N \text{ посліду}. \end{aligned}$$

Результати проведеного розрахунку балансу азоту у гусенят, які отримували до основного раціону ферментний препарат у дозуваннях, що вивчаються, наведено в таблиці 4.

За однакового середньодобового надходження азоту з кормом до організму гусенят відмінності у його перетравності і засвоєнні під впливом різних доз ферментного препарату Hemicell® НТ зумовили наступне: якщо в аналогів 1-ї контрольної групи з послідом з організму виділялося 6,3 г азоту, то в птиці 2-ї дослідної групи його втрати зменшилися на 0,11 г ($p \leq 0,05$), у гусей 3-ї дослідної – на 0,3 ($p \leq 0,001$) і в аналогів 4-ї дослідної групи – на 0,16 г ($p \leq 0,01$).

Внаслідок цього на аналогічну величину в дослідних групах зросло середньодобове

відкладення азоту у тілі і склало: у гусей 1-ї контрольної групи – 3,40 г, у 2-ї дослідної – 3,51, у 3-ї дослідної – 3,70 та у 4-ї дослідної групи – 3,56 г. Відповідно, і найвище використання азоту, відкладеного в тілі гусенят в розрахунку від прийнятого, було у птиці 3-ї дослідної групи і склало 38,1 % ($p \leq 0,001$), меншою мірою у аналогів 4-ї та 3-ї дослідних групах – 36,7 % ($p \leq 0,05$) і 36,1 %, найнижче використання азоту спостерігалось в гусей 1-ї контрольної групи – 35,1 %. Отже, найвище використання азоту в тілі гусенят спостерігається за включення до складу кормосуміші ферментного препарату в дозі 250 г на 1 т корму.

Кальцій та фосфор належать до макроелементів неорганічної частини корму та є одними з важливих мінеральних елементів деталізованої системи живлення. Біологічна роль цих елементів живлення для організму птиці дуже велика. Кальцій міститься переважно у кістках у вигляді фосфорнокислих і вуглекислих солей. Іони кальцію необхідні для нормальної діяльності серця, беруть участь у регуляції м'язової та нервової діяльності, підвищують захисні функції організму. Дефіцит кальцію у раціоні молодняка призводить до виникнення рахіту. В основі захворювання лежить розлад процесів мінералізації кістки. Це призводить до порушення росту, викривлення хребта, ребер, трубчастих кісток та дзьоба. У дорослої птиці за нестачі кальцію розвивається остеопороз. Це зумовлено порушенням ендокринних механізмів, насамперед, гіпофізарного та паратиреоїдного. Сприяє захворюваності обмежений рух птиці.

Тому одним із поставлених у наших дослідженнях завдань було розрахувати баланс кальцію в раціоні гусенят за вирощування на м'ясо при згодовуванні їм екзогенного ферментного препарату у складі кормової суміші. Середньодобовий баланс кальцію в організмі гусенят наведено у таблиці 5.

Таблиця 4 – Баланс азоту у гусенят (в середньому за добу), г $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ (n=5)

Показник	Група			
	1 контрольна	дослідна		
		2	3	4
Прийнято з кормом	9,70	9,70	9,70	9,70
Виділено з послідом	6,30±0,04	6,19±0,03*	6,00±0,03***	6,14±0,02**
Відкладено в тілі	3,40±0,04	3,51±0,03*	3,70±0,03***	3,56 ±0,02**
Використано % від прийнятого	35,1±0,47	36,1±0,31	38,1±0,33***	36,7±0,25*

Примітка: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ порівняно з контрольною групою.

За подібного надходження кальцію до організму гусенят його втрати з продуктами виділення у посліді між групами були неоднаковими. Так, якщо в аналогів 1-ї контрольної групи загальна кількість кальцію, виділеного з послідом, була на рівні 1,86 г на добу, то найменше дозування ферментного препарату у гусенят 2-ї дослідної групи не вплинуло на його втрати з послідом (1,89 г), середнє дозування ферментного препарату (гуси 3-ї дослідної групи) сприяло зниженню його виділення з послідом на 0,47 г ($p \leq 0,001$), а найвище дозування в раціоні гусенят 4-ї дослідної групи забезпечило різницю в 0,39 г ($p \leq 0,01$) порівняно з аналогічним показником контролю.

Внаслідок цього, якщо в аналогів 1-ї та 2-ї груп середньодобове відкладення кальцію в тілі гусенят склало, відповідно, 2,43 г і 2,40 г, то в гусей 3-ї дослідної групи воно було на рівні 2,90 г, а у 4-ї дослідної групи – 2,82 г. Тому найвище використання кальцію щодо прийнятого з кормом спостерігалось в аналогів 3-ї та 4-ї дослідних груп: 67,6 та 65,7 % ($p \leq 0,01$), зокрема у гусей контролю воно склало 56,6 %, а у птиці 2-ї дослідної групи – 55,9 %. Різниця була статистично незначущою.

Фосфор, як і кальцій, міститься у всіх тканинах організму і є неодмінним компонентом внутрішнього середовища. Основна частина фосфору у вигляді фосфорнокислого каль-

цію знаходиться у кістязку. Фосфорна кислота входить до складу багатьох коензимів. Макроенергетичні фосфорні сполуки (АТФ, АДФ, АМФ) є універсальними акумуляторами енергії, виняткову роль відіграє АТФ у м'язовій діяльності. Дефіцит фосфору в раціонах молодняка спричинює розвиток рахіту, а в дорослої птиці викликає остеопороз.

Розрахунок балансу фосфору у гусенят, які отримували ферментний препарат, наведено в таблиці 6.

За середньодобового споживання гусенятами 2,17 г фосфору на добу його втрати з послідом були практично однаковими: 1,05 г – у гусенят 1-ї контрольної групи, 1,01 – в аналогів 2-ї дослідної, 0,94 – у птиці 3-ї дослідної групи та 1,10 г – в аналогів 4-ї дослідної групи. Через це середньодобове відкладення фосфору в тілі гусенят контролю було на рівні 1,12 г, в аналогів 2-ї дослідної групи – 1,16, 3-ї – 1,23 та в 4-ї дослідної групи – 1,07 г, а його використання від прийнятого за групами, відповідно, становило 51,6 %, 53,5, 56,7 та 49,3 %.

Отже, ферментний препарат впливає на перетравлення і відкладення в тілі фосфору, водночас найбільше відкладення кальцію в організмі спостерігається за середнього дозування препарату. Високий або низький вміст ферментного препарату не впливає на підвищення його ретенції в організмі гусенят.

Таблиця 5 – Баланс кальцію у гусенят (у середньому на голову на добу), г $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ (n=5)

Показник	Група			
	1 контрольна	дослідна		
		2	3	4
Прийнято з кормом	4,29	4,29	4,29	4,29
Виділено з послідом	1,86 ± 0,05	1,89 ± 0,06	1,39 ± 0,07***	1,47 ± 0,08**
Відкладено в тілі	2,43 ± 0,05	2,40 ± 0,07	2,90 ± 0,06***	2,82 ± 0,08**
Використано % від прийнятого з кормом	56,6 ± 1,11	55,9 ± 1,35	67,6 ± 1,33**	65,7 ± 1,94**

Примітка: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ порівняно з контрольною групою.

Таблиця 6 – Баланс фосфору у гусенят (у середньому на голову на добу), г $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ (n=5)

Показник	Група			
	1 контрольна	дослідна		
		2	3	4
Прийнято з кормом	2,17	2,17	2,17	2,17
Виділено з послідом	1,05 ± 0,06	1,01 ± 0,05	0,94 ± 0,04	1,10 ± 0,06
Відкладено в тілі	1,12 ± 0,06	1,16 ± 0,05	1,23 ± 0,04	1,07 ± 0,06
Використано, % від прийнятого з кормом	51,6 ± 3,97	53,5 ± 2,50	56,7 ± 1,67	49,3 ± 2,80

Примітка: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ порівняно з контрольною групою.

Висновок. Додавання до кормосумішей гусей за вирощування на м'ясо ферментного препарату Hemicell®НТ у дозах 150 г, 250 та 310 г на 1 тонну корму позитивно вплинуло на їх перетравність і обмін речовин. Так, низьке дозування здебільшого впливає на перетравність сирого жиру, середнє – сирого протеїну, високе дозування – на перетравність сирого протеїну і жиру, але меншою мірою, ніж середнє дозування.

Внаслідок згодовування ферментного препарату у складі кормосумішок для гусей найвищий показник перетравності поживних речовин спостерігався за дози ферментного препарату 250 г/т кормової суміші і становив вище до контролю: сухої речовини – 77,2 г або на 1,4 %, органічної речовини – 80,2 г або 2,4 % ($p \leq 0,05$), сирого протеїну – 93,6 г або 5 % ($p \leq 0,001$), сирого жиру – 60,3 г або 8,1 % ($p \leq 0,01$), сирого клітковини – 30,7 г або 1,5 % та БЕР 83,1 г або 1,2 %.

Пропонуємо до складу кормосумішей гусей за вирощування на м'ясо додавати ферментний препарат Hemicell®НТ у кількості 250 г на тонну корму.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Баланчук І. М. Практичне застосування ферментів у тваринництві. Птахівництво України і світу. 2014. URL:<http://market.avianua.com/?p=3958>
2. Бомко Л. Г. Вплив ферменту целюлази на хімічний склад та біологічну цінність м'язів курчат-бройлерів. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2014. № 1. С. 24–27.
3. Борисенко К. Майбутнє кормових ферментів. Наше Птахівництво, 2018. URL:<https://agrotimes.ua/article/majbutne-kormovih-fermentiv/>
4. Ashour E. A., Abou-Kassem D. E., Abd El-Hack M. E., Alagawany M. Effect of Dietary Protein and Tsaа Levels on Performance, Carcass Traits, Meat Composition and Some Blood Components of Egyptian Geese During the Rearing Period. *Animals*. 2020. 10 (4). 549 p. DOI:10.3390/ani10040549
5. Marcin B., Anna T., Marcin T. "Poultry nutrition" *Physical Sciences Reviews*. Vol. 9. no. 2. 2024. P. 611–650. DOI:10.1515/psr-2021-0122
6. Effects of dietary nicotinic acid supplementation on meat quality, carcass characteristics, lipid metabolism, and tibia parameters of Wulong geese / B. Zhang et al. *Poultry Science*. Vol. 100. Issue 11. 2021. 101430. ISSN 0032-5791, DOI:10.1016/j.psj.2021.101430.
7. Chen C. Y., Chen S. W., Wang H. T. Effect of supplementation of yeast with bacteriocin and Lactobacillus culture on growth performance, cecal fermentation, microbiota composition, and blood characteristics in broiler chickens. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2017. 30 (2). P. 211–220. DOI:10.5713/ajas.16.0203
8. Effect of feed form and dietary protein level on growth performance and carcass characteristics of growing geese / D. E. Abou-Kassem et al. *Poultry Science*. Vol. 98. Issue 2. 2019. P. 761–770. ISSN 0032-5791, DOI:10.3382/ps/pey445.
9. Effect of yeast peptide dietary supplementation on nutrient digestibility, growth performance, and blood metabolites in geese / H. E. Hang et al. *South African Journal of Animal Science*. 2022. 52. 5. P. 667–673. DOI:10.4314/sajas.v52i5.10.
10. Ho S. Y., Chen Y. H., Yang S. K. Effects of sequential feeding with low- and high-protein diets on growth performances and plasma metabolite levels in geese. *Animal*. 2015. 9. P. 952–957. DOI:10.1017/S1751731114003267
11. Fermented feed regulates growth performance and the cecal microbiota community in geese / J. Yan et al. *Poultry Science*. Vol. 98. Issue 10. 2019. P. 4673–4684. ISSN 0032-5791, DOI:10.3382/ps/pez169.
12. Roles of dietary fibre and ingredient particle size in broiler nutrition / S. K. Kheravii et al. *World's Poultry Science Journal*. 2018. 74 (2). P. 301–316. DOI:10.1017/S0043933918000259
13. Effects of feeding fermented *Medicago Sativa* (plus soybean and Ddgs) on growth performance, blood profiles, gut health, and carcass characteristics of Lande (meat) geese / L. I. Hui et al. *Frontiers in Physiology*. 2022. 13. 902802. DOI:10.3389/fphys.2022.902802.
14. Effect of protease supplementation on the performance and digestibility of broilers / H. R. Muhammad et al. *Collection of scientific works "Technology of production and processing of animal husbandry products"*. 2020. No 1. P. 15–21. DOI:10.33245/2310-9270-2020-157-1-15-21
15. Non-cellulosic polysaccharide content in feed ingredients and ileal and total tract non-cellulosic polysaccharide digestibility in 21- and 42-day-old broilers fed diets with and without added composite enzymes / P. Maharjan et al. *Poultry Science*. 2019. Vol. 98. Issue 9. P. 4048–4057. ISSN 0032-5791, DOI:10.3382/ps/pez079.
16. Effect of Feeding Wet Feed or Wet Feed Fermented by *Bacillus licheniformis* on Growth Performance, Histopathology and Growth and Lipid Metabolism Marker Genes in Broiler Chickens / A. A. Saleh et al. *Animals*. 2021.11(1). 83 p. DOI:10.3390/ani11010083
17. Singh A. K., Kim W. K. Effects of Dietary Fiber on Nutrients Utilization and Gut Health of Poultry: A Review of Challenges and Opportunities. *Animals*. 2021.11(1). 181 p. DOI:10.3390/ani11010181
18. Lithium in the natural environment and its migration in the trophic chain / O. I. Sobolev et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (2). P. 195–203.
19. Digestibility of nutrients by young geese for use of lithium in the composition of fodder / O. I. Sobolev et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (1). P. 1–6.
20. Tejada O., K. Kim W. Role of Dietary Fiber in Poultry Nutrition. *Animals*. 2021. 11 (2). 461 p. DOI:10.3390/ani11020461

21. Effect of feeding frequency on the growth performance, carcass traits, and apparent nutrient digestibility in geese / Z. L. Liu et al. *Poultry Science*. Vol. 99. Issue 10. 2020. P. 4818–4823. ISSN 0032-5791, DOI:10.1016/j.psj.2020.06.024.

22. Effect of Dry and Wet Feed on Growth Performance, Carcass Traits, and Apparent Nutrient Digestibility in Geese / Z. L. Liu et al. *Journal of Applied Poultry Research*. Vol. 28. Issue 4. 2019. P. 1115–1120. ISSN 1056-6171, DOI:10.3382/japr/pfz074.

23. Effects of Yeast Culture Supplementation on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Metabolites, and Immune Response in Geese / J. Zhang et al. *Animals*. 2022. 12 (10). 1270 p. DOI:10.3390/ani12101270

24. Dietary supplementation with *Bacillus subtilis* promotes growth performance of broilers by altering the dominant microbial community / S. Zhang et al. *Poult Sci*. 2021. 100:100935. DOI:10.1016/j.psj.2020.12.032

25. Modulation of Performance, Plasma Constituents, Small Intestinal Morphology, and Cecum Microbiota in Growing Geese by Dietary Citric Acid Supplementation / Y. Zhang et al. *Animals*. 2024. 14. 660 p. DOI:10.3390/ani14050660

REFERENCES

1. Balanchuk, I. M. (2014). *Praktychne zastosuvannya fermentiv u tvarynyystvi* [Practical use of enzymes in animal husbandry]. *Ptakhivnystvo Ukrainy i cvitu* [Poultry breeding of Ukraine and the world]. Available at: <http://market.avianua.com/?p=3958> (in Ukrainian).

2. Bomko, L. H. (2014). *Vplyv fermentu tselulazy na khimichnyi sklad ta biolohichnu tsinnist m'iaziv kurchat-broileriv* [Effect of cellulase enzyme on the chemical composition and biological value of broiler chicken muscles]. *Tekhnolohiia vyrobnyystva i pererobky produktii tvarynyystva* [Technology of production and processing of animal husbandry products]. no. 1, pp. 24–27. (in Ukrainian).

3. Borysenko, K. (2018). *Maibutnie kormovykh fermentiv* [The future of feed enzymes]. *Nashe Ptakhivnystvo* [Our Poultry]. Available at: <https://agrotimes.ua/article/majbutne-kormovih-fermentiv/> (in Ukrainian).

4. Ashour, E. A., Abou-Kassem, D. E., Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M. (2020). Effect of Dietary Protein and Tsaal Levels on Performance, Carcass Traits, Meat Composition and Some Blood Components of Egyptian Geese During the Rearing Period. *Animals*. 10 (4), 549 p. DOI:10.3390/ani10040549

5. Marcin, B., Tuśnio, A., Marcin, T. (2024). "Poultry nutrition" *Physical Sciences Reviews*. Vol. 9, no. 2, pp. 611–650. DOI:10.1515/psr-2021-0122

6. Zhang, B., Hao, J., Yin, H., Duan, Ch., Wang, B., Li, W. (2021). Effects of dietary nicotinic acid supplementation on meat quality, carcass characteristics, lipid metabolism, and tibia parameters of Wulong geese. *Poultry Science*, Vol. 100, Issue 11, 101430. ISSN 0032-5791, DOI:10.1016/j.psj.2021.101430.

7. Chen, C. Y., Chen, S. W., Wang, H. T. (2017). Effect of supplementation of yeast with bacteriocin and *Lactobacillus* culture on growth performance, cecal fermentation, microbiota composition, and blood characteristics in broiler chickens. *Asian-Australas J Anim Sci.*, 30 (2), pp. 211–220. DOI:10.5713/ajas.16.0203

8. Abou-Kassem, D. E., Ashour, E. A., Alagawany, M., Mahrose, K. M., Zaib Rehman, Z. Ur., Ding, Ch. (2019). Effect of feed form and dietary protein level on growth performance and carcass characteristics of growing geese. *Poultry Science*. Vol. 98, Issue 2, pp. 761–770. ISSN 0032-5791, DOI:10.3382/ps/pey445.

9. Hang, H. E. (2022). Effect of yeast peptide dietary supplementation on nutrient digestibility, growth performance, and blood metabolites in geese. *South African Journal of Animal Science*, 52, 5, pp. 667–673. DOI:10.4314/sajas.v52i5.10.

10. Ho, S. Y., Chen, Y. H., Yang, S. K. (2015). Effects of sequential feeding with low- and high-protein diets on growth performances and plasma metabolite levels in geese. *Animal*. 9, pp. 952–957. DOI:10.1017/S1751731114003267

11. Yan, J., Zhou, Bo., Xi, Y., Huan, H., Li, M., Yu, J., Zhu, H., Dai, Z., Ying, S., Zhou, W., Shi, Zh. (2019). Fermented feed regulates growth performance and the cecal microbiota community in geese. *Poultry Science*. Vol. 98, Issue 10, pp. 4673–4684. ISSN 0032-5791, DOI:10.3382/ps/pez169.

12. Kheravii, S. K., Morgan, N. K., Swick, R. A., Choct, M., Wu, S.-B. (2018). Roles of dietary fibre and ingredient particle size in broiler nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 74 (2), pp. 301–316. DOI:10.1017/S0043933918000259

13. Hui, L. I. (2022). Effects of feeding fermented *Medicago Sativa* (plus soybean and Ddgs) on growth performance, blood profiles, gut health, and carcass characteristics of Lande (meat) geese. *Frontiers in Physiology*, 13. DOI:10.3389/fphys.2022.902802.

14. Hasnain Riaz, M., Iqbal, A., Khan, S., Tahir, M., Shah, M. N., Memoon, S., Karkach, P., Mashkin, Y., Bomko, V., Tytariova, O., Tsekhmistrenko, O., Bayram, I., Kuzmenko, O. (2020). Effect of protease supplementation on the performance and digestibility of broilers. *Collection of scientific works "Technology of production and processing of animal husbandry products"*. no. 1, pp. 15–21. DOI:10.33245/2310-9270-2020-157-1-15-21 (in Ukrainian).

15. Maharjan, P., Mayorga, M., Hilton, K., Weil, J., Beitia, A., Caldas, J., England, J., Coon, C. (2019). Non-cellulosic polysaccharide content in feed ingredients and ileal and total tract non-cellulosic polysaccharide digestibility in 21- and 42-day-old broilers fed diets with and without added composite enzymes. *Poultry Science*. Vol. 98, Issue 9, pp. 4048–4057. ISSN 0032-5791, DOI:10.3382/ps/pez079.

16. Saleh, A. A., Shukry, M., Farrag, F., Soliman, M. M., Abdel-Moneim, A.-M. E. (2021).

Effect of Feeding Wet Feed or Wet Feed Fermented by *Bacillus licheniformis* on Growth Performance, Histopathology and Growth and Lipid Metabolism Marker Genes in Broiler Chickens. *Animals*. 11 (1), 83 p. DOI:10.3390/ani11010083

17. Singh, A. K., Kim, W. K. (2021). Effects of Dietary Fiber on Nutrients Utilization and Gut Health of Poultry: A Review of Challenges and Opportunities. *Animals*, 11(1), 181 p. DOI:10.3390/ani11010181

18. Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Darmohray, L. M. (2019). Lithium in the natural environment and its migration in the trophic chain. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (2), pp. 195–203. (in Ukrainian).

19. Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Shaposhnik, V. M., Sljusarenko, A. A., Stoyanovskyy, V. G., Kamratska, O. I., Karkach, P. M., Bilkevych, V. V., Stavetska, R. V., Babenko, O. I., Bushtruk, M. V., Starostenko, I. S., Klopenko, N. I., Korol'-Bezpalá, L. P., Bezpalyi, I. F. (2019) Digestibility of nutrients by young geese for use of lithium in the composition of fodder. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (1), pp.1–6. (in Ukrainian).

20. Tejada, O., Kim, W. (2021). Role of Dietary Fiber in Poultry Nutrition. *Animals*. 11 (2), 461p. DOI:10.3390/ani11020461

21. Liu, Z. L., Xue, J. J., Huang, X. F., Luo, Y., Liang, M. R., Li, C. J., Wang, Q. G., Wang, C. (2020). Effect of feeding frequency on the growth performance, carcass traits, and apparent nutrient digestibility in geese. *Poultry Science*, Vol. 99, Issue 10, pp. 4818–4823. ISSN 0032-5791, DOI:10.1016/j.psj.2020.06.024.

22. Liu, Z. L., Huang, X. F., Luo, Y., Xue, J. J., Wang, Q. G., Wang, Y. M., Wang, C. (2019). Effect of Dry and Wet Feed on Growth Performance, Carcass Traits, and Apparent Nutrient Digestibility in Geese. *Journal of Applied Poultry Research*, Vol 28, Issue 4, pp. 1115–1120. ISSN 1056-6171, DOI:10.3382/japr/pfz074.

23. Zhang, J., He, H., Yuan, Y., Wan, K., Li, L., Liu, A. (2022). Effects of Yeast Culture Supplementation on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Metabolites, and Immune Response in Geese. *Animals*. 12 (10), 1270 p. DOI:10.3390/ani12101270

24. Zhang, S., Zhong, G., Shao, D., Wang, Q., Hu, Y., Wu, T. (2021). Dietary supplementation with *Bacillus subtilis* promotes growth performance of broilers by altering the dominant microbial community. *Poult Sci.*, 100:100935. DOI:10.1016/j.psj.2020.12.032

25. Zhang, Y., Xue, J., Chen, Y., Huang, X., Liu, Z., Zhong, H., Xie, Q., Luo, Y., Wang, Q., Wang, C. (2024). Modulation of Performance, Plasma Constituents, Small Intestinal Morphology, and Cecum Microbiota in Growing Geese by Dietary Citric Acid Supplementation. *Animals*. 14, 660 p. DOI:10.3390/ani14050660

Effect of enzyme preparation Hemicell® HT on the metabolism of young geese

Babenko S., Bomko V., Kuzmenko O., Cherniavskiy O., Tytariova O., Slomchynskiy M., Ndashkivsky V., Sobolieva S.

The digestive processes in poultry are influenced by many factors: age, sex, poultry cross, productivity direction, and diet. The main indicators of digestive physiology in scientific works on complete poultry nutrition are the determination of nutrient digestibility coefficients, nitrogen, calcium and phosphorus metabolism.

During the balance experiment, the goslings of the control and experimental groups received an identical diet in the identical dosage. Complete consumption of the feed mixture ensured the daily nutrient intake of the experimental birds. The digestibility of nutrients from the feed ingested by the body largely depends on the enzymatic activity of the internal secretion glands, the secretory function of the digestive tract and individual organs. When goslings were fed a complete feed mixture alone (geese of the 1st control group), the digestibility of the dry matter of the feed mixture was 75.8%. Adding 150 g per 1 tonne of feed mixture of the enzyme preparation Hemicell®HT (geese of the 2nd experimental group) increased its digestibility by 0.9%, increasing the dose of the enzyme preparation to 250 g (geese of the 3rd experimental group) - by 1.4, to 310 g (geese of the 4th experimental group) - by 1.5%. A similar pattern was observed with organic matter. While in geese of the 1st control group the digestibility was 77.8%, in the analogues of the 2nd group it increased by 1.2%, in the 3rd group - by 2.4 ($p \leq 0.05$) and in the 4th group - by 2.1% ($p \leq 0.05$).

The increase in the digestibility of organic matter in the diet of goslings of the experimental groups was mainly due to the digestibility of crude protein and crude fat. The highest digestibility of protein was observed in geese of the 3rd experimental group and amounted to 93.6%, then in the 4th analogues - 92.2 and in birds of the 2nd experimental group - 91.0%, which is higher than in the 1st control group, respectively, by 5.0% ($p \leq 0.05$), 3.6 and 2.4% ($p \leq 0.001$). However, a low dosage of the enzyme preparation, in contrast to the medium and high dosage, contributes to a higher digestibility of crude fat in the poultry body. Thus, while in geese of the 1st control group the digestibility of crude fat was 52.2%, in the analogues of the 2nd experimental group it increased by 12.0% ($p \leq 0.001$) and amounted to 64.2%, in geese of the 3rd experimental group - by 8.1% ($p \leq 0.01$) and amounted to 60.3%, in analogues of the 4th experimental group - by 9.7% and amounted to 61.9% ($p \leq 0.01$).

There were no significant differences between the groups in the digestibility of crude fiber and BER. The digestibility of crude fiber ranged from 29.2% in the goslings of the 1st control group to 31.8% - in the counterparts of the 4th experimental group, and the

digestibility of BER - from 81.8% in the goslings of the 2nd experimental group to 83.1% in goslings of the 3rd experimental group.

Thus, the digestibility of nutrients in goslings' diets is affected differently by the enzyme preparation, with low dosage mainly affecting the digestibility of crude fat, medium dosage - crude protein, high dosage - the digestibility of crude protein and fat, but less than the medium dosage.

The highest use of nitrogen in the body of goslings is observed when the enzyme preparation is in-

cluded in the main ration at a dose of 250 g per 1 ton of feed mixture. The enzyme preparation has less effect on the digestion and deposition of phosphorus in the body, while the highest deposition of calcium in the body is observed at the average dosage of the preparation under study. The low dosage of the enzyme preparation does not affect the increase of its retention in the body of goslings.

Key words: geese, enzyme preparation, Hemicell® HT, chemical composition, digestibility coefficient, metabolism.



Copyright: Бабенко С.П. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Бабенко С.П.

<https://orcid.org/0000-0001-5131-4999>

Бомко В.С.

<https://orcid.org/0000-0001-5558-6924>

Кузьменко О.А.

<https://orcid.org/0000-0003-4553-9950>

Чернявський О.О.

<https://orcid.org/0000-0003-0713-6587>

Титарьова О.М.

<https://orcid.org/0000-0003-4820-809X>

Сломчинський М.М.

<https://orcid.org/0000-0001-5197-2684>

Недашківський В.М.



<https://orcid.org/0000-0001-5487-6807>

Соболева С.В.

<https://orcid.org/0000-0001-9102-9666>

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 636.4:636.033:635.084.421

**Ефективність рідкої відгодівлі гібридних свиней,
дорощених за однофазного та двофазного способів****Меженський Г.В.¹ , Шпетний М.Б.¹ , Калініченко Г.І.² , Онищенко Л.М.² ,
Вербельчук Т.В.³ , Вербельчук С.П.³ , Кобернюк В.В. **¹ Сумський національний аграрний університет² Миколаївський національний аграрний університет³ Поліський національний університет

Е-mail: Меженський Г.В. mezhenskiy3@gmail.com; Шпетний М.Б. nshpetny@gmail.com;
Калініченко Г.І. gishunya@ukr.net; Онищенко Л.М. onishenkoluda158@gmail.com;
Вербельчук Т.В. ver-ba555@ukr.net; Вербельчук С.П. verba5551@ukr.net;
Кобернюк В.В. kobernukvera@gmail.com



Меженський Г.В., Шпетний М.Б., Калініченко Г.І., Онищенко Л.М., Вербельчук Т.В., Вербельчук С.П., Кобернюк В.В. Ефективність рідкої відгодівлі гібридних свиней, дорощених за однофазного та двофазного способів. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 36–51.

Mezhenskiy G., Shpetnyi M., Kalinichenko G., Onyshchenko L., Verbelchuk T., Verbelchuk S., Koberniuk V. Effectiveness of numuid fattening of hybrid pgs grown in non-face and two-face method. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 36–51.

Рукопис отримано: 12.07.2024 р.

Прийнято: 26.07.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-36-51

Метою досліджень було вивчення відгодівельної продуктивності свиней, вирощених за двофазного їх дорощування за різної тривалості фаз цього періоду виробничого циклу в умовах індустріального комплексу за рідкої їх годівлі. Встановлено, що інтенсивність росту свиней на відгодівлі залежала від фазності дорощування та тривалості її другої фази, під час якої використовували рідку систему годівлі. Свині за двофазного їх дорощування перевершували аналогів за однофазного способу за середньодобовими та абсолютними приростами на 1,3-8,7 %, відносними приростами на – 0,45-1,01 %, мали кращу на 0,14-0,21 % збереженість тварин під час відгодівлі і вищу на 1,7-9,4 % їх живу масу після завершення відгодівлі. Також вони мали коротший на 1,2-6,4 % вік досягнення маси 120 кг та на 5,1-22,8 % індекс відгодівельних якостей. За середньодобовим споживанням корму на відгодівлі, кількістю спожитого корму за період та його вартістю в розрахунку на одну тварину чіткої закономірності між тваринами контрольної та дослідних груп не встановлено. Витрати корму на 1 кг приросту та кормова його собівартість були на 2,4-4,4 % вищими у тварин, які весь час дорощування споживали сухі корми. Доведено, що свині за використання двофазного способу їх дорощування та рідкої годівлі під час другої фази дорощування мали вищу на 3,4-12,2 % собівартість при постановленні на відгодівлю, і як результат – за майже рівної собівартості відгодівлі вищу на 2,31-7,7 собівартість однієї голови після завершення дорощування. Водночас завдяки більшій живій масі після завершення відгодівлі вони мали вищу на 1,7–9,4 % реалізаційну ціну однієї тварини, вищі на 0,6-12,5 % доходи від вирощування та відгодівлі однієї тварини та кращу на 2,2-2,5 % рентабельність цього процесу. Встановлено, що на відгодівлі найкращі результати мали свині, у яких друга фаза дорощування за рідкої їх годівлі, тривала більшість цього періоду. За такого способу дорощування та годівлі вони переважали тварин інших груп, у яких була більш тривала фаза дорощування із застосуванням сухого способу годівлі –

за реалізаційною ціною однієї голови на 5,0-9,4 %, доходами від реалізації однієї голови на 5,6-12,5 % та рентабельністю вирощування і відгодівлі однієї свині на 0,3-3,4 %. Водночас вони мали вищу 4,7-5,9 собівартість відгодівлі однієї голови, на 4,8-5,1 % собівартість цієї голови після завершення відгодівлі порівняно з тваринами інших груп.

Ключові слова: поросята, дорощування, свині, відгодівля, спосіб годівлі, природи, конверсія корму, собівартість, дохід, рентабельність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Ключову роль у свинарстві відіграє раціональна та збалансована годівля, яка охоплює не лише оптимізацію складу раціонів та створення ефективної кормової бази, але й застосування сучасних високоєфективних систем і технологій [1]. Годівля, яка відповідає фізіологічним потребам молодняку свиней, дозволяє значно прискорити їх ріст, що є важливим для досягнення бажаної ваги в оптимальні терміни. Вдосконалення аспектів годівлі свиней дозволяє суттєво підвищити продуктивність свинокомплексів, зокрема, прискорити ріст молодняку під час всіх виробничих циклів від підсисного періоду, дорощування та надалі і під час відгодівлі [3]. Відомо, що під час дорощування інтенсивно формується імунітет тварин, від якого залежить їх подальше здоров'я та реалізація генетичних можливостей організму на відгодівлі [4].

Особливостями утримання свиней на дорощуванні є необхідність зміни їх раціону та часто і способу годівлі із урахуванням фізіологічних потреб організму порослят та технологічних і об'ємно-планувальних особливостей окремих свинарських підприємств [5]. Спосіб годівлі та його зміна при переході порослят з групи відлучення в групу дорощування, а також при переміщенні порослят в межах групи дорощування мають важливе значення для ефективності виробництва свинини. Вітчизняні автори наголошують на важливості оптимізації годівлі на різних етапах вирощування свиней. Зміна типу кормів і методів їх приготування, транспортування та роздавання може суттєво вплинути на продуктивні показники на наступному етапі виробництва свинини – на відгодівлі [6, 7].

Технологія утримання порослят в групі дорощування може бути однофазною та двофазною. Однофазна технологія утримання поголів'я на дорощуванні передбачає утримання свиней в одному незмінному приміщенні ферми. Поросята залишаються в групових станках з моменту відлучення до досягнення бажаної ваги і після цього їх переводять

на відгодівлю [8, 9]. Перевагою технології є відсутність необхідності в додатковому транспортуванні порослят, що знижує витрати на логістику [2, 10]. Крім того, усі поросята в групі мають однаковий вік і походження, що сприяє кращому контролю за здоров'ям та годівлею [11, 12]. Така технологія часто призводить до підвищеної кількості свиней в одному станку та зменшення вільного місця і, як наслідок, вимагає переобладнання чи зміни конфігурації групових станків, кормових апаратів та перерозподілу тварин на менші за кількістю голів групи, що може спричинювати стрес та зниження продуктивності [13]. Такі маніпуляції з обладнанням вимагають залучення додаткової робочої сили. Обмеження в розмірі та конфігурації станків може вплинути на комфорт і зростання свиней [14]. Однофазне дорощування підходить для ферм, де важливо мінімізувати логістичні витрати і забезпечити стабільне утримання тварин без переміщень [4, 15].

Двофазне дорощування включає послідовне переміщення молодняку із одного приміщення після завершення першого етапу дорощування (після досягнення бажаної ваги) [16] в інше, яке вирізняється більшою місткістю та може мати відмінний спосіб годівлі та роздавання корму, які задовольняють фізіологічні потреби більшого за віком і масою молодняку свиней та гарантують утримання, що дає змогу краще реалізувати генетичний потенціал тварин щодо інтенсивності їх росту та не порушує норми гуманного поводження з тваринами [8, 9, 17]. Перевагами двофазної технології є можливість адаптації умов утримання до потреб тварин на різних етапах їх розвитку та зниження щільності утримання тварин у станках, що сприяє кращому зростанню та комфорту [18]. Одночасно ця технологія може дати можливість поліпшення управління годівлею завдяки використанню більш спеціалізованих кормових апаратів і фронту годівлі [19]. Недоліком двофазного дорощування є додаткові витрати на транспортування тварин між фермами або приміщеннями. Двофазне дорощування ефективні-

ше для великих свинокомплексів, які можуть забезпечити оптимальні умови утримання для тварин на різних етапах зростання і готові інвестувати в додаткову логістику [2].

Переведення свиней із одного приміщення в інше під час їх дорощування має суттєвий вплив на їх ріст, здоров'я та загальну продуктивність [20]. Цей вплив можна розглянути в декількох аспектах. Переміщення може викликати стрес, що негативно впливає на ріст і здоров'я свиней як спочатку безпосередньо під час дорощування, так і надалі на відгодівлі [22]. Свині потребують певного часу для адаптації до нових умов, що може призвести до тимчасового зниження апетиту та приросту ваги. Час, потрібний для адаптації, може варіюватися залежно від індивідуальних особливостей свиней та умов нового середовища [23]. Тому протягом періоду зміни умов утримання важливо забезпечити тварин належними умовами утримання та годівлі, що потребує додаткових витрат праці та певним чином підвищує собівартість свинини. Також відомо, що під час переміщення свиней у групі дорощування може змінюватися соціальна структура групи, що, своєю чергою, може призвести до агресивної поведінки, встановлення нових ієрархій та зростання кількості шкірних ушкоджень [24, 25]. Встановлення стабільних групових взаємовідносин є важливим для зниження рівня стресу та агресії серед тварин, що позитивно впливає на їх ріст та продуктивність [26].

Також переміщення за двофазного дорощування може супроводжуватися зміною типу та способу годівлі, що також впливає на продуктивність свиней та, відповідно, на їх живу масу при переведенні на відгодівлю [27]. Наприклад, перехід від сухих до рідких кормів може сприяти кращій конверсії корму та швидшим приростам ваги [28].

Важливе значення мають умови утримання в новому середовищі, включаючи площу на одну голову, вентиляцію, температуру та санітарні умови [29]. Переміщення за двофазного утримання може підвищувати ризик виникнення захворювань через зміну мікробіологічного середовища [30, 31]. Це вимагає додаткових заходів з профілактики та контролю захворювань, а відтак – додаткових витрат. Період дорощування є критичним для формування імунітету, тому переміщення тварин водночас може мати довготривалий вплив на їх здоров'я та продуктивність на відгодівлі [32].

Отже, як однофазна, так і двофазна технологія дорощування свиней мають багато-

гранний і довгостроковий вплив, що включає стресові реакції, соціальну динаміку, зміни в годівлі та утриманні, а також аспекти здоров'я та імунітету [33, 34, 35]. Для мінімізації негативних наслідків зміни технології утримання свиней важливо забезпечити належні умови адаптації та управління тваринами в новому середовищі відгодівлі, що включає управління фазністю та тривалістю перебування молодняка свиней в приміщеннях, призначених для дорощування, тому подальше вивчення цієї проблематики залишається актуальним.

Метою наших досліджень було вивчення відгодівельної продуктивності свиней, вирощених за двофазного їх дорощування за різної тривалості фаз цього періоду виробничого циклу в умовах індустріального комплексу за рідкої їх годівлі.

Матеріал і методи дослідження. Для проведення досліджень, згідно зі схемою, приведеною в таблиці 1, на репродукторному комплексі ТОВ «НВП» Глобинський свинокомплекс» при відлученні поросят сформовано чотири групи по 3000 голів кожна. При відлученні всі поросята були однакового віку та однакової ваги. Вони були народжені від свиноматок великої білої та ландрас порід, запліднених спермою кнурів синтетичної батьківської лінії PIC-337. Під час підсисного періоду всіх піддослідних поросят годували сухим престаартерним комбікормом рецепту (0–9) компанії Superior shield neonatal (0–9 кг) чотири рази на день, насипаючи його в наземну годівницю, закріплену на підлозі станка для опоросу.

За переведення в цех дорощування всіх поросят годували тим же кормом до досягнення маси 9 кг. Після цього їх переводили на згодовування другого престаартерного раціону рецепту 9–12 тієї ж компанії і годували до досягнення маси 12 кг. Після того, як поросята в кожній групі досягли маси 12 кг, їх перевели на стартерний раціон рецепту 12–25 компанії Cargill і годували ним до переведення на відгодівлю. Протягом перших п'яти днів дорощування всі піддослідні тварини отримували рідку кормову суміш у співвідношенні три частини теплої води до однієї частини корму з додатковою годівницею в розрахунок одне 8-сантиметрове місце на одну тварину, на додаток до вільно доступного сухого корму із самогодівниць.

Поросят обох піддослідних груп після відлучення переводили до цеху дорощування свинарського репродуктору № 1 і утримували у станку на 50 голів на суцільно-гратчастій підлозі (рис.1).

Таблиця 1 – Схема досліду

Показник	Група та її призначення			
	1	2	3	4
Кількість підсвинків на початок досліду, гол.	2700	2700	2700	2700
Генотип свиней	♀(25%Л×25%ВВ)×♂50% РІС337			
Вік поросят при поставленні на дорощування, дів	21			
Спосіб підгодовлі поросят у підсисний період	сухим престартером з 14 доби життя			
Тривалість першої фази дорощування, дів	51	42	33	24
Спосіб утримання поросят у першій фазі дорощування	підлогово-станковий на повністю щільній підлозі по 50 голів у станку			
Спосіб годівлі поросят у першій фазі дорощування	сухими гранульованими комбікормами			
Тривалість другої фази дорощування, дів	0	9	18	27
Тривалість всього періоду дорощування, дів	51	51	51	51
Спосіб годівлі поросят у другій фазі дорощування	рідкими повнораціонними комбікормами			
Спосіб утримання поросят у другій фазі дорощування	підлогово-станковий на повністю щільній підлозі по 50 голів у станку			
Вік поросят по завершенню дорощування, дів	72 доби			
Тривалість періоду відгодовлі, дів	111			
Спосіб утримання свиней на відгодовлі	підлогово-станковий на повністю щільній підлозі по 50 голів у станку			
Спосіб годівлі свиней на відгодовлі	рідкими повнораціонними комбікормами			
Вік свиней після завершення відгодовлі, дів	183			

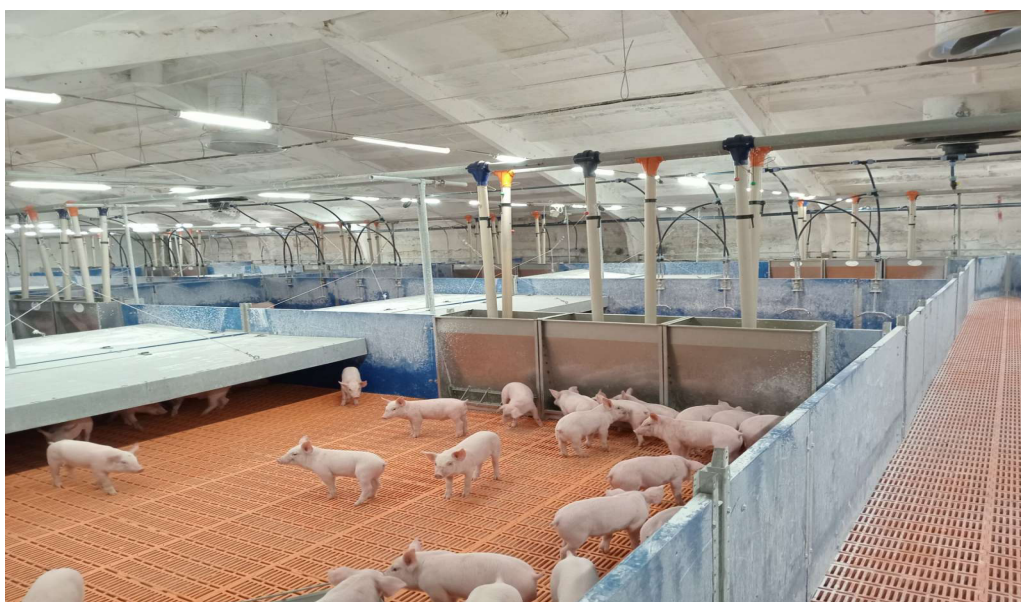


Рис. 1. Умови утримання поросят за першої фази дорощування.

У кожній групі було визначено по два станки, в яких всіх поросят зважували окремо під час постановлення на дорощування та після завершення.

Поросят контрольної групи утримували в таких умовах впродовж усього періоду дорощування, а їх аналогів з дослідних груп перевели для продовження дорощування в цех дорощування відгодівельної ферми № 4 біля с. Гриньки, де вони також утримувались на повністю перфорованій підлозі тими самими групами (рис. 2)

Поросят усіх дослідних груп під час першої фази дорощування утримували в секціях по 500 поросят в станках на 50 голів на повністю перфорованій підлозі зі стандартною площею 0,33 м² на голову. Усіх поросят за першої фази годували сухим, повнораціонним комбікормом з самогодівниць виробництва American Hog Slat Company, розташованим на суміжних стінках двох станків, корм до яких транспортувався двома ланцюговими пластинчастими транспортерами. Фронт годівлі: 2,5 см на порося за рахунок 3-х самогодівниць на 15 голів кожна. Облік кормів здійснювали за допомогою торсійних вагів на кормозмішувачі.

Поїння поросят здійснювали за допомогою восьми автоматичних ніпельних напувалок, розташованих у станку з протилежного до годівниці боку.

Гній видаляли за допомогою періодичної вакуумної гравітаційної системи до проміжного гноєзбірника, а потім – до лагуни за межами свиноферми за допомогою насоса для гною.

Поросят другої дослідної групи на 42 добу, третьої – на 33 добу та четвертої – на 24 добу дорощування зважили групами і транспортували спеціальними транспортними засобами до цеху дорощування на відгодівельну ферму № 4, де їх розмістили в аналогічних станках, групами по 50 голів, як і за першої фази дорощування, в станках на повністю перфорованій підлозі, де площа для одного поросяти становила 0,33 м², як і за першої фази дорощування, а площа лігва під кришкою брудеру становила 0,04 м² на голову.

Для напування поросят у передній частині станка на висоті 0,20 м від підлоги встановлено п'ять автоматичних чашкових автонапувалок.

Видалення гною, як і за попередньої фази дорощування, здійснювали періодичною вакуум-гравітаційною системою.

Протягом другої фази дорощування поросят годували тими самими кормами, що й контрольної групи, але за допомогою рідкої системи з використанням кормокухні Megamix від австрійської фірми Schauer – 22 рази на добу у співвідношенні води до корму: 2,8 до 1, за допомогою якої і проводили облік кормів. Усі свині мали можливість отримати достатньо їжі протягом дня завдяки датчику рівня корму, який є компонентом кожної годівниці і регулює процес годування, внаслідок чого фронт годівлі на одне порося складав 8 см.

По завершенні дорощування, на 72 добу їх життя, підсвинків всіх піддослідних груп, в тому ж складі, що були на дорощуванні, перевели в цех відгодівлі комплексу номер чотири біля с. Гриньки. Тут вони утримувалися



Рис. 2. Умови утримання свиней за другої фази дорощування.

у станках по 50 голів на повністю перфорований бетонний підлозі з розрахунку 0,72 м² на одну голову (рис. 3).

Підтримання мікроклімату у приміщеннях для відгодівлі свиней відбувалося за рахунок вентиляції негативного тиску німецької фірми BigDutchman, яка працювала за допомогою витяжних вентиляторів та приплив-клапанів, роботу яких узгоджували комп'ютери управління.

ваними комбікормами рецепту Гровер 30–60 власного виробництва до досягнення тваринами маса 60 кг. Надалі їх переводили на годівлю першим фінішним комбікормом рецепту 60–90 і за досягнення маси середньої по групі 90 кг переводили на годівлю другим фінішним кормом марки 90–130. Всі підконтрольні кнури на 112-й день життя були імунізовані вакциною Improvak від Zoetis з розрахунку 2 мл на голову, а потім отриму-



Рис. 3. Умови утримання піддослідних свиней на відгодівлі.

Напування тварин відбувалося за рахунок ніпельних автонапувалок, розташованих по обидві сторони годівниці на перегородках станків.

Видалення гною здійснювалось з використанням вакуумно-самопливної системи періодичної дії.

Свиней дослідних груп утримували за рідкого способу годівлі з використанням обладнання системи годівлі Megamix від австрійської компанії Schauer 12 разів на добу. Фронт годівлі становив 0,38 м в розрахунку на одну голову. Кожна годівниця була обладнана датчиком рівня корму, за допомогою якого процесор управління кормокухнею регулює частоту годівлі. Для годівлі свиней використовували однорідну суміш з 1 кг сухого корму і трьох частин води, яку подавали до годівниць системою кормопроводів, аналогічною для рідкої годівлі на дорощуванні.

Після переведення на відгодівлю всіх тварин годували повнораціонними збалансо-

вали таку саму дозу вакцини на 152-й день життя. Після завершення відгодівлі на 1183 добу життя свиней з контрольних станків індивідуально зважували, а інших тварин дослідних груп зважували групами.

Впродовж всього періоду дослідження проводили облік вибуття піддослідних свиней, причину вибуття та масу тварин, що вибули.

У кожній з піддослідних груп при поставленні на дорощування було відібрано за принципом груп аналогів по два контрольних станки, по 50 голів кожен, де після вирівнювання маси тварин до середньої по групі всіх індивідуально зважували та ідентифікували бирками. Знову цих тварин індивідуально зважували при переведенні на відгодівлю та по її завершенні. На основі групового зважування тварин кожної з дослідних груп та обліку витрат кормів і щоденного обліку вибуття тварин розраховували середньодобове споживання та конверсію корму, збереженість

поросят і кількість та масу тварин, що вибули з кожної групи. На основі даних індивідуального зважування розраховувались біометричні показники для контрольних станків.

Умови годівлі, утримання тварин та всі зооветеринарні процедури в експерименті проводили за єдиним протоколом з відповідністю європейським та вітчизняним вимогам до благополуччя свиней. Поводження із піддослідними тваринами під час експерименту здійснювали таким чином, щоб зменшити їх біль або дискомфорт. Методику експерименту схвалено комісією з біоетики Сумського національного аграрного університету з догляду за тваринами та їх використанням у наукових (експериментальних) дослідженнях (номер етичного допуску БТ-23-0405-02).

За результатами відгодівлі було розраховано індекс відгодівельних якостей за формулою М.Д. Березовського [36]:

$$I = \frac{A^2}{B \times C},$$

де: А – валовий приріст за період відгодівлі, кг; В – кількість діб відгодівлі; С – витрати корму на 1 кг приросту, корм. од.

Результати дослідів було обраховано за методиками (Березовського) з використанням персонального комп'ютеру та прикладних програм у середовищі MS Office 2016.

Результати дослідження та обговорення. Результати дослідів, які викладено в таблицях 2–4 свідчать, що вища інтенсивність росту поросят, яка була зумовлена наявністю рідкої годівлі за другої фази дорощування посприяла вищій енергії росту і на наступній фазі виробничого процесу — відгодівлі. З даними таблиці 2 видно, що збереженість свиней за час відгодівлі перебувала у свиней всіх піддослідних груп на рівні 98,44–98,65 % і мала тенденцію до покращення у свиней дослідних груп на 0,14–0,21 % порівняно з контрольною.

Найвищу енергію росту під час відгодівлі продемонстрували тварини четвертої дослідної групи, які мали найбільш тривалу другу фазу дорощування за використання рідкої системи годівлі. Вони за середньодобовими приростами на 81 г ($p < 0,001$) переважали аналогів з першої групи, у яких протягом дорощування використовувались сухі корми і перехід на рідку годівлю проходив безпосередньо за гроверного періоду відгодівлі.

Таблиця 2 – Продуктивність свиней на відгодівлі за однофазного і двофазного дорощування

Показник	Група та її призначення			
	I	II	III	IV
Вік поросят на початок відгодівлі, діб	72,0	72,0	72,0	72,0
Середня маса 1 підсвинка на початок відгодівлі, кг	23,35±0,267	24,15±0,311 ^{aaa}	25,20±0,294 ^{***b}	26,20±0,354 ^{***}
Збереженість свиней за відгодівлі, %	98,44	98,65	98,64	98,58
Середньодобові прирости за відгодівлі, г	926±6,3	938±8,2 ^{aaa}	954±8,6 ^{**bbb}	1007±9,8 ^{***}
Тривалість відгодівлі, діб	111,0	111,0	111,0	111,0
Вік свиней після завершення відгодівлі, діб	183,0	183,0	183,0	183,0
Абсолютний приріст за відгодівлі, кг	102,8±1,73	104,1±1,93 ^{aa}	105,9±1,82 ^{bb}	111,8±1,92 ^{***}
Відносне збільшення маси за відгодівлі до початкової, разів	5,40	5,31	5,20	5,27
Відносний приріст за відгодівлі, %	168,76	168,31	167,75	168,08
Маса свиней після закінчення відгодівлі, кг	126,1±1,76	128,3±1,96 ^{aaa}	131,1±1,84 ^{bb}	138,0±2,03 ^{***}
Вік досягнення маси 120 кг, діб	176,4	174,2	171,4	165,1
Індекс відгодівельних якостей, балів	32,2	33,8	35,7	39,5

Примітка–вірогідність: *** – ($p < 0,001$); * – ($p < 0,05$) – між контрольною та дослідними групами; ^{aaa} – ($p < 0,001$); ^{aa} – ($p < 0,01$) між III та IV групами; ^{bb} ($p < 0,01$); ^b ($p < 0,05$) – 0,01 між III та IV групами.

У тварин, перехід яких з сухої на рідку годівлю відбувся під час дорощування, таке відставання за середньодобовими приростами було меншим. Так, тварини третьої дослідної групи, які мали 18 діб тривалості другої фази дорощування за рідкої годівлі, продемонстрували середньодобові на 53 г ($p < 0,001$), а тварини другої дослідної групи, у яких тривалість другої фази дорощування з рідкою системою годівлі склала 9 діб на 69 г ($p < 0,001$), менші порівняно з аналогами четвертої групи, тривалість рідкої годівлі яких за другої фази дорощування склала 27 діб. Тобто, зростання тривалості другої фази дорощування за рідкої системи годівлі посприяла підвищенню інтенсивності росту, пропорційно до збільшення тривалості другого періоду дорощування.

Вища інтенсивність росту під час відгодівлі посприяла і більшим абсолютним приростам за цей час. Так, у четвертій групі вони склали 111,8 кг, тоді як у третій були на 5,9 кг ($p < 0,01$), в другій – на 7,7 кг ($p < 0,01$), а в першій на – 9,0 кг ($p < 0,001$) меншими порівняно з тваринами четвертої групи.

Більша початкова маса за постановлення на відгодівлю та вищі абсолютні прирости за час її проведення спричинили і суттєво вищу живу масу тварин після закінчення у тварин дослідних груп. Маса свиней після закінчення відгодівлі виявилась найнижчою у свиней контрольної групи, яка весь час дорощування споживала сухі гранульовані корми. Вона склала 126,1 кг, що на 2,13 кг менше їх аналогів з другої групи, на 4,96 кг ($p < 0,05$) порівняно з ровесниками третьої групи та на 11,84 кг ($p < 0,001$) порівняно з тваринами четвертої групи. Водночас тварини контрольної групи мали найвищі відносні прирости, та за цим показником перевершували свиней другої групи на – 0,45 %, третьої на – 1,01 % та четвертої на – 0,68 %. Також вони найбільше наросили масу щодо маси на початок періоду порівняно з аналогами другої групи на – 9,1 %, з ровесниками третьої групи – на 20,0 % та тваринами четвертої групи на – 14,1 %.

Завдяки вищій швидкості росту як за дорощування, так і за відгодівлі, свині дослідних груп раніш досягали товарної маси 120 кг порівняно з контрольними аналогами. Так, цієї маси тварини другої групи досягли на 2,19 днів, третьої на – 5,00 днів і четвертої на – 11,23 днів раніше порівняно з ровесниками контрольної групи.

Індекс відгодівельних якостей також зростав у міру зростання тривалості другої фази дорощування і становив 32,2-39,5 балів. У

тварин контрольної групи він становив 32,2 бала, у їх аналогів за дев'яти добової тривалості другої фази дорощування – 33,8 бала, у їх ровесників, у яких тривалість другої фази була 18 діб, – 35,7 бала і у свиней четвертої групи з 27 денною тривалістю другої фази дорощування – 39,5 балів.

Отже, інтенсивність росту свиней на відгодівлі залежала від фазності дорощування та тривалості її другої фази, під час якої використовували рідку систему годівлі. Так, свині за двофазного їх дорощування перевершували аналогів за однофазного способу за середньодобовими та абсолютними приростами на 1,3-8,7 %, відносними приростами на – 0,45-1,01 %, мали кращу на 0,14-0,21 % збереженість тварин під час відгодівлі і вищу на 1,7-9,4 % їх живу масу після завершення відгодівлі. Також вони мали коротший на 1,2-6,4 % вік досягнення маси 120 кг та на 5,1-22,8 % індекс відгодівельних якостей.

На відміну від періоду дорощування на відгодівлі не спостерігалось чіткої залежності середньодобового споживання кормів від тривалості другої фази дорощування (табл. 3). Найвищою вона, як і під час дорощування, виявилась у свиней четвертої групи, тривалість дорощування за рідкої годівлі яких склала 53 % всього періоду і становила 2,87 кг, що на 0,13 кг більше порівняно з ровесниками контрольної групи та на 0,16–0,17 кг порівняно з тваринами, тривалість другої фази дорощування яких з використанням рідких кормів склала 18–35 %. Водночас тварини цих груп щодоби споживали на 0,03–0,4 кілограмів менше корму порівняно з аналогом контрольної групи, у яких все дорощування проходило за сухого способу годівлі. Неоднакове щодобове споживання корму в період відгодівлі спричинило і різну його кількість у розрахунку на одну голову за весь період. Більше всього спожили корму тварини четвертої дослідної групи. Цей показник у них виявився на 14,32 кг вищим порівняно з однолітками контрольної групи, на 17,66 кг – з їх аналогами з другої та на 18,88 кг – порівняно з тваринами третьої дослідних груп. Неоднакова кількість спожитих кормів за період та різний абсолютний приріст спричинили різні витрати корму на 1 кг приросту. Тут найбільші витрати через низьку інтенсивність росту були у контрольній групі, де весь період дорощування був з використанням сухих кормів та переходом на рідку систему годівлі під час гроверного періоду відгодівлі. Вони перевершували за цим показником на 0,07 кг тварин другої групи, на 0,13 кг ровесників з третьої

групи та на 0,11 кг свиней четвертої групи, перехід яких на рідку годівлю відбувся ще в період дорощування.

Більша кількість кормів, витрачених для отримання приросту свиней на відгодівлі за майже рівної їх ціни, спричинила відмінності у вартості кормів в розрахунку на одну голову за період відгодівлі. Найвищою вона виявилась у тварин четвертої групи, які спожили кормових продуктів на 123,13 грн більше, ніж їх аналоги контрольної групи, на 162,41 грн більше, ніж їх ровесники з третьої групи та 151,91 грн порівняно з тваринами другої групи. Водночас за рахунок різних абсолютних приростів за період відгодівлі кормова собівартість 1 кг приросту найвищою виявилась у тварин контрольної групи 25,46 грн, що на 0,60 грн більше порівняно з аналогами другої групи, на 1,12 грн порівняно з тваринами третьої групи та на 0,95 порівняно з четвертою групою.

Отже, за середньодобовим споживанням корму на відгодівлі, кількістю спожитого корму та його вартістю з розрахунку на одну тварину чіткої закономірності між тваринами контрольної та дослідних груп не встановлено. Витрати корму на 1 кг приросту та кормова його собівартість були на 2,4–4,4 % вищими у тварин, які за весь час дорощування споживали сухі корми.

Як відомо, корми складають основну частину собівартість всього виробництва свинини, тому операційна собівартість відгодівлі свиней суттєво залежить від її кормової складової (табл. 4). За рахунок більшої витрати на корми, незважаючи на більш високі витрати коштів на обладнання системи годівлі, операційна собівартість відгодівлі однієї тварини виявилась найвищою у тварин четвертої дослідної групи, які мали найбільш тривалу фазу дорощування на рідких кормах. Вони мали операційну собівартість відгодівлі на 144,86 грн порівняно з аналогами контрольної групи, на 215,97 грн порівняно з тваринами другої дослідної групи та на 208,60 грн порівняно з ровесниками у третій дослідній групі. Собівартість однієї тварини по завершенні відгодівлі, яка складалася з вартості тварин на початку цього періоду та собівартості власне цього процесу, була найменшою у тварин контрольної групи за рахунок низької собівартості їх дорощування. Водночас собівартість однієї свині по завершенню відгодівлі зростала залежно від тривалості другої фази дорощування за використання рідкої системи годівлі. Так, в другій групі вона була на 93,08 гривень, в третій на

100,45 грн і в четвертій на 309,04 грн більшою порівняно з тваринами контрольної групи. Незважаючи на зростання собівартості відгодівлі однієї свині за рахунок вищої інтенсивності росту за період відгодівлі та, відповідно, і більших абсолютних приростів за цей час, собівартість 1 кг приросту була нижчою у тварин дослідних груп порівняно з контрольною. Так, у тварин другої групи вона виявилась на 0,71 грн, в третій на 1,32 грн та в четвертій на 1,11 грн вищою порівняно з контрольною групою. Вартість однієї голови після завершення відгодівлі залежала від її маси, оскільки закупівельні ціни на свиней всіх піддослідних груп були однаковими. Завдяки вищим абсолютним приростам під час дорощування та відгодівлі тварини четвертої дослідної групи мали найвищу масу при реалізації і, відповідно, більшу реалізаційну вартість. За цим показником вони переважали тварин контрольної групи на 587,31 грн, другої дослідної на 481,57 грн та третьої дослідної – на 341,40 грн. Незважаючи на найвищу собівартість тварини після завершення відгодівлі, завдяки більшій реалізаційній ціні однієї тварини найвищий дохід від вирощування та відгодівлі однієї свині виявився у тварин четвертої групи, які найраніше були переведені на годівлю рідкими кормовими сумішами. Найменший дохід отримано від вирощування та відгодівлі свиней за однофазного їх утримання та сухої системи годівлі. Вони поступалися за дохідністю цього процесу тваринам другої дослідної групи на 12,67 грн, їх аналогами третьої дослідної групи на 145,47 грн та ровесникам з четвертої групи на 278,27 грн. За рентабельності процесу дорощування тварини контрольної групи поступалися аналогам третьої дослідної групи 2,18 % та четвертої дослідної групи – на 2,49 %, але переважали аналогів з другої контрольної групи на 0,94 %.

У такий спосіб свині за використання двофазного способу їх дорощування та рідкої годівлі під час другої фази дорощування мали вищу на 3,4–12,2 % собівартість при поставленні на відгодівлю і, як результат, за майже рівної собівартості відгодівлі вищу на 2,31–7,7 собівартість однієї голови після завершення дорощування. Водночас завдяки більшій живій масі після завершення відгодівлі вони мали вищу на 1,7–9,4 % реалізаційну ціну однієї тварини, вищі на 0,6–12,5 % доходи від вирощування та відгодівлі однієї тварини та кращу на 2,2–2,5 % рентабельність цього процесу.

Таблиця 3 – Споживання кормів за відгодівлі свиней за однофазного і двофазного дорощування

Показник	Група та її призначення			
	I	II	III	IV
Середньодобове споживання корму на відгодівлі, кг	2,74	2,71	2,70	2,87
Спожито кормів на 1 голову, кг	304,2	300,9	299,7	318,6
Спожито кормів на 1 кг приросту, кг	2,96	2,89	2,83	2,85
Вартість спожитих кормів на відгодівлі, грн	2616,52	2587,75	2577,25	2739,65
Кормова собівартість 1 кг приросту на відгодівлі, грн	25,46	24,85	24,34	24,51

Таблиця 4 – Ефективність відгодівлі свиней за однофазного і двофазного дорощування

Показник	Група та її призначення			
	I	II	III	IV
Собівартість 1-го підсвинка на початку відгодівлі, грн	954,93	1081,86	1101,58	1119,11
Операційна собівартість відгодівлі 1 голови, грн	3078,26	3044,41	3032,06	3223,12
Собівартість 1 голови після завершення відгодівлі, грн	4033,19	4126,27	4133,64	4342,24
Собівартість 1 кг живої маси по завершенні відгодівлі, грн	39,24	39,63	39,04	38,85
Собівартість 1 кг приросту, грн	29,95	29,24	28,63	28,84
Вартість 1 голови без ПДВ після завершення відгодівлі, грн	6256,35	6362,09	6502,26	6843,66
Дохід від вирощування і відгодівлі 1 голови, грн	2223,15	2235,82	2368,62	2501,42
Рентабельність вирощування і відгодівлі 1 голови, грн	55,12	54,19	57,30	57,61

На відгодівлі найкращі результати мали свині, у яких друга фаза дорощування за рідкої їх годівлі тривала понад половину цього періоду. За такого способу дорощування та годівлі вони переважали тварин інших груп, у яких була більш тривала фаза дорощування із застосуванням сухого способу годівлі – за реалізаційною ціною однієї голови на 5,0–9,4 %, доходами від реалізації однієї голови на 5,6–12,5 % та рентабельністю вирощування і відгодівлі однієї свині на 0,3–3,4 %. Водночас вони мали вищу на 4,7–5,9 % собівартість відгодівлі однієї голови, на 4,8–5,1 % собівартість цієї голови після завершення відгодівлі порівняно з тваринами інших груп.

Аналіз інтенсивності росту свиней на відгодівлі за їх попереднього однофазного та двофазного дорощування не співпадає із

повідомленнями зарубіжних авторів [37], за даними яких свині на відгодівлі показали однаково високі результати інтенсивності росту та не мали достовірної відмінності як за незмінного однофазного утримання, так і за двофазного утримання, однак характеризувалися різною активністю.

Так, на противагу даним [38], в яких вказано, що зміна системи годівлі поросят під час дорощування спричинена різною тривалістю двофазної технології їх утримання призвела до зниження на відгодівлі на 2,6 % щодобового споживання корму, ми, навпаки, виявили підвищення споживання корму на 4,74 %. Також наші результати не співпадають із висновками згаданих авторів [38], які наголошували на зниженні інтенсивності росту свиней на відгодівлі, які утримувалися за

двофазної технології дорощування на 2,0 % за середньодобовим приростом, демонструючи менші на 1,0 % абсолютні прирости порівняно із аналогами, які утримувалися за однофазної технології. У нашому ж експерименті навпаки відгодівельний молодняк, який на дорощуванні утримувався за двофазної технології з різною тривалістю її періодів демонстрував вищу швидкість набору живої маси щодоби на 8,74 % та вищий на 8,75 % абсолютний приріст щодо однієї голови за незмінного їх утримання на попередньому етапі під час дорощування. Виявлені нами дані щодо покращення показника конверсії корму у відгодівельного молодняку, дорощування якого відбувалося за двофазного переміщення між різними виробничими майданчиками свинокомплексу, були тотожними іншим повідомленням [39, 40], які констатували покращення показника конверсії корму за використання мультифазного способу дорощування та надалі на відгодівлі [41], що не співпадає з висновками [38], де вказано на протилежний результат.

Також ми отримали висновки, що співпадають з повідомленнями низки дослідників [42, 43], в яких сказано, що поросята, дорощені за рідкого типу годівлі, при їх переведенні на відгодівлю із рідким способом мали вищий рівень споживання корму, кращі середньодобові прирости. Наш висновок щодо рівня споживання кормів не відповідає результатам [44, 45], в яких було доведено, що за рідкого способу годівлі молодняку як під час дорощування за двофазної технології утримання, так наразі на відгодівлі свині до забою споживали менше корму, демонструючи кращу його конверсію, ніж в аналогів, які споживали спочатку сухий корм на дорощуванні, а потім рідкий корм на відгодівлі.

Висновки. Інтенсивність росту свиней на відгодівлі залежала від фазності дорощування та тривалості її другої фази, під час якої використовували рідку систему годівлі.

Свині за двофазного їх дорощування перевершували аналогів за однофазного способу за середньодобовими, абсолютними та відносними приростами, мали кращу збереженість під час відгодівлі і вищу живу масу після завершення відгодівлі, вищу собівартість однієї голови при постановці на відгодівлю, та після завершення, вищу реалізаційну ціну однієї тварини, доходи від вирощування та відгодівлі однієї тварини та кращу рентабельність цього процесу.

Кращі результати на відгодівлі мали свині, у яких друга фаза дорощування за рідкої їх годівлі тривала більшість цього періоду.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Залежність росту та продуктивність поросят у підсисний період та на дорощуванні за введення залізовмісних препаратів FerroVita 200 та Uniferon 200 / М.Г. Повод та ін. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. 2023. Вип. 3. С. 40–49. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2023.3.6
2. Повод М. Г., Бондарська О., Лихач В.Я., Жижка С. Технологія виробництва продукції свинарства: підручник. Науково-методичний центр ВФПО, Київ. 2023. 356 с. URL:https://www.researchgate.net/publication/357281420_tehnologia_virobnictva_i_pererobki_produkcii_svinarstva_demo
3. Відгодівельні та забійні показники свиней за рідкого та сухого способів їх годівлі / О. Михалко та ін. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. 2023. Вип. 4 (55). С. 30–40. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2023.4.4
4. Оптимізація технологічних рішень утримання і годівлі свиней в умовах промислової технології: монографія / В.Я. Лихач та ін. Миколаїв: Іліон, 2023. 518 с.
5. Net work analysis of swine movements in a multi-site pig production system in Iowa, USA / T.L. Passafaro et al. Preventive Veterinary Medicine. 2020. Vol. 174. 104856 p. DOI:10.1016/j.prevetmed.2019.104856
6. Ріст, збереженість та ефективність відгодівлі свиней за незмінної та змінної систем годівлі в підсисний період, на дорощуванні та відгодівлі. Вісник Сумського національного аграрного університету / О.С. Тіщенко та ін. Тваринництво. 2024. Вип. 1. С. 111–121. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2024.1.14
7. Продуктивні якості та ефективність відгодівлі гібридних свиней данського та канадського походження в умовах промислової технології. Вісник Сумського національного аграрного університету / В.В. Волошинов та ін. Тваринництво. 2024. Вип. 1. С. 25–32. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2024.1.4
8. Weaning Management (8/8): Weaning Procedures. PIC. URL:<https://gb.pic.com/resources/weaning-management-8-8-weaning-procedures/> (дата звернення 01.07.2024)
9. Management of Large Groups of Growing Pigs. Hogs, pigs, and pork. Swine.extension. URL:<https://swine.extension.org/management-of-large-groups-of-growing-pigs/> (дата звернення 01.07.2024)
10. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). Welfare of pigs during transport / S.S. Nielsen et al. EFSA journal. European Food Safety Authority. 2022. Vol. 20 (9). DOI:10.2903/j.efsa.2022.7445
11. Guan R., Wu J., Wang Y. Comparative analysis of productive performance and fattening efficiency of commercial pigs in China for two consecutive years. Sci Rep. 2023. Vol. 13. 8154 p. DOI:10.1038/s41598-023-35430-y
12. Middelkoop A., van Marwijk M.A., Kemp B., Bolhuis J.E. Pigs Like It Varied; Feeding Behavior

- and Pre- and Post-weaning Performance of Piglets Exposed to Dietary Diversity and Feed Hidden in Substrate During Lactation. *Frontiers in Veterinary Science*. 2016. Vol. 6. 408 p. DOI:10.3389/fvets.2019.00408
13. Review: Precision Livestock Farming Technologies in Pasture-Based Livestock Systems / C. Aquilani et al. *Animal*. 2022. Vol. 16 (1). 100429 p. DOI:10.1016/j.animal.2021.10.0429
14. Robot Technology for Pork and Beef Meat Slaughtering Process: A Review / J. Kim et al. *Animals*. 2023. Vol. 13. 651 p. DOI:10.3390/ani13040651
15. Monteiro A., Santos S., Gonçalves P. Precision Agriculture for Crop and Livestock Farming-Brief Review. *Animals*. 2021. Vol. 11. 2345 p. DOI:10.3390/ani11082345
16. Nadal-Roig E., Plà-Aragón L.M., Albornoz V.M. Supply Chains: Planning the Transportation of Animals among Facilities. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. 2523 p. DOI:10.3390/su15032523
17. Effect of Phase Feeding, Space Allowance and Mixing on Productive Performance of Grower-Finisher Pigs / J. Camp et al. *Animals*. 2022. Vol. 12 (3). 390 p. DOI:10.3390/ani12030390
18. Neethirajan S. Recent Advances in Wearable Sensors for Animal Health Management. Sensing and Bio-Sensing Research. 2017. Vol. 12. P. 15–29. DOI:10.1016/j.sbsr.2016.11.004
19. Benefits of Automated Pig Feeding System: A Simplified Cost-Benefit Analysis in the Context of Kazakhstan / G.K. Dambaulova et al. *Veterinary World*. 2023. Vol. 16 (11). P. 2205–2209. URL: <https://www.veterinaryworld.org/Vol.16/November-2023/4.pdf>
20. Chidgey K.L. Review: Space Allowance for Growing Pigs: Animal Welfare, Performance and On-Farm Practicality. *Animal* 2024. Vol. 18 (1). 100890 p. DOI:10.1016/j.animal.2023.100890
21. Ramirez B.C., Hayes M.D., Condotta I.C.F.S., Leonard S.M. Impact of housing environment and management on pre-/post-weaning piglet productivity. *Journal of Animal Science*. 2022. Vol. 100 (6). 142. DOI:10.1093/jas/skac142
22. Lagoda M.E., Marchewka J., Driscoll K., Boyle L.A. Risk Factors for Chronic Stress in Sows Housed in Groups, and Associated Risks of Prenatal Stress in Their Offspring. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022. Vol. 9. DOI:10.3389/fvets.2022.883154
23. Systematic review of animal-based indicators to measure thermal, social, and immune-related stress in pigs / R.D. Guevara et al. *PloS One*. 2022. Vol. 17 (5). DOI:10.1371/journal.pone.0266524
24. Signoret J.P., Baldwin B.A., Fraser D., Hafez E.S.E.. The behaviour of swine. In: Hafez, E. S. E. (Ed.), *Behaviour of Domestic Animals*. Baillière Tindall, London. 1975. P. 295–329. URL: <https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=mammal>
25. Locomotion Disorders and Skin and Claw Lesions in Gestating Sows Housed in Dynamic versus Static Groups / E.J. Bos et al. *PloS One*. 2016. Vol. 11 (9). DOI:10.1371/journal.pone.0163625
26. Pattern Mining-Based Pig Behavior Analysis for Health and Welfare Monitoring / H.S. Mluba et al. *Sensors*. 2024. Vol. 24. 2185 p. DOI:10.3390/s24072185
27. Вплив маси поросят, закладених на дорощування, на їх продуктивні якості та ефективність вирощування / М.Г. Повод та ін. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2023. Вип. 6 (2). С. 37–43. DOI:10.32718/ujvas6-2.07
28. Бублик О. Зміна годівлі свиней із сухої на рідку заощаджує до 12 % кормів. *Ahro Taimis*, 2018. URL: <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/zmina-godivli-svinej-iz-suhoyi-na-ridku-zaoshchadzhue-do-12-kormiv/> (дата звернення 01.07.2024)
29. Михалко О. відгодівельні якості свиней ірландського походження за різного типу годівлі. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. 2020. Вип. 3 (42). С. 51–56. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2020.3.9
30. Management and Feeding Strategies in Early Life to Increase Piglet Performance and Welfare around Weaning: A Review / L. Blavi et al. *Animals* 2021. Vol. 11 (2). 302 p. DOI:10.3390/ani11020302
31. Zachary J.F. Mechanisms of Microbial Infections. *Pathologic Basis of Veterinary Disease*, 2017. P. 132–241. DOI:10.1016/B978-0-323-35775-3.00004-7
32. Network analysis of pig movement data as an epidemiological tool: an Austrian case study / G.A. Puspitarani et al. *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13 (1). 9623 p. DOI:10.1038/s41598-023-36596-1
33. Іванов В., Засуха Л., Григоренко В. Розробка виробничої програми та об'ємно-планувальних рішень приміщень для двофазної технології вирощування молодняка свиней. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. 2020. Вип. 3 (42). С. 38–43. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2020.3.7
34. Михалко О. Г. Залежність відгодівельних якостей свиней данського походження від типу годівлі. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. 2022. Вип. 4 (47). С. 99–107. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2021.4.17
35. Інтенсивність росту та відгодівельні якості свиней за зміни типів годівлі під час дорощування та відгодівлі / М. Повод та ін. *НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Сільськогосподарські науки*. 2022. Вип. 24 (96). С. 50–60. DOI:10.32718/nvlvet-a9607
36. Ващенко П.А. Селекційні індекси в свиначстві. *Свинарство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Полтава. 2008. Вип. 56. С. 15–19.
37. Zoric M., Johansson S.E., Wallgren P. Behaviour of fattening pigs fed with liquid feed and dry feed. *Porc Health Manag*. 2015. Vol. 1. 14 p. DOI:10.1186/s40813-015-0009-7
38. Ріст, Збереженість та ефективність відгодівлі свиней за незмінної та змінної систем годівлі в підсисний період, на дорощуванні та відгодівлі / О.С. Тищенко та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. 2023. Вип. 5 (49). С. 10–15. DOI:10.32718/ujvas5-2.07

нального аграрного університету. Тваринництво. 2024. Вип. 1. С. 111–121. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2024.1.14

39. Bai X., Plastow G.S. Breeding for disease resilience: opportunities to manage polymicrobial challenge and improve commercial performance in the pig industry. *CABI Agriculture and Bioscience*. 2022. Vol. 3 (1). 6 p. DOI:10.1186/s43170-022-00073-y

40. Harris H., Harris I.T. One-site and multi-site swine rearing systems II. *Pig 333.com*. URL: https://www.pig333.com/articles/one-site-and-multi-site-swine-rearing-systems-ii_19564/ (дата звернення 01.07.2024)

41. Wang J., Hu X. Factors Influencing Disease Prevention and Control Behaviours of Hog Farmers. *Animals*. 2023. Vol. 13 (5). 787 p. DOI:10.3390/ani13050787

42. The effects of feeder design on growth performance and carcass characteristics of finishing pigs / J.R. Bergstrom et al. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. 2008. 10 p. DOI:10.4148/2378-5977.7021

43. Production value and cost-effectiveness of pig fattening using liquid feeding or enzyme-supplemented dry mixes containing rye grain / T. Schwarz et al. *Czech J. Anim. Sci.* 2016. Vol. 61 (8). P. 341–350. DOI:10.17221/73/2015-CJAS

44. Нечмілов В.М., Повод М.Г. Відгодівельна продуктивність свиней за різних термінів дорощування та використання сухого і рідкого типів годівлі. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. 2018. Вип. 7 (35). С. 122–134. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/6610/1/12.pdf>

45. The dependence of piglet productivity on the method of feed preparation and the feeding of piglets / M. Povod et al. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024. Vol. 24 (1). P. 787–798. URL: https://manage.mentjournal.usamv.ro/pdf/vol.24_1/volume_24_1_2024.pdf

REFERENCES

1. Povod, M.G., Mykhalko, O.G., Hutyi, B.V., Lumedze, I.Kh., Lumedze, T.S.-M., Verbelchuk, T.V., Moisei, I.S. (2023). Zalezhnist rostu ta produktyvnist porosiak u pidsysnyi period ta na doroshchuvanni za vvedennia zalizovmisnykh preparativ ferrovita 200 ta uniferon 200 [Dependence of growth and productivity of piglets in the weaning period and during rearing after the introduction of iron-containing preparations ferrovita 200 and uniferon 200]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]*. *Tvarynnytstvo [Livestock]*, Issue (3), pp. 40–49. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2023.3.6 (In Ukrainian).

2. Povod, M.G., Bondarska, O., Lykhach, V.Ya., Zhyzhka, S. (2023). *Tekhnolohiia vyrobnytstva produktii svynarstva: pidruchnyk [Production technology of pig farming products: a textbook]*. Naukovo-metodychnyi tsentr VFPO [Scientific

and Methodological Center of VFPO], Kyiv, 356 p. Available at: https://www.researchgate.net/publication/357281420_tehnologia_virobnictva_i_pererobki_produkcii_svynarstva_demo (In Ukrainian).

3. Mykhalko, O., Shostia, A., Usenko, S., Verbelchuk, T., Verbelchuk, S., Koberniuk, V., Lavryniuk, O., Kryvoruchenko, L. (2023). Vidhodivelni ta zabiini pokaznyky svynei za rikdoho ta sukhooho sposobiv yikh hodivli [Fattening and slaughter performance of pigs with liquid and dry methods of their feeding]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]*. *Tvarynnytstvo [Livestock]*, Issue 4 (55), pp. 30–40. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2023.4.4 (In Ukrainian).

4. Lykhach, V.Ya., Povod, M.G., Shpetnyi, M.B., Nechmilov, V.M., Lykhach, A. V., Mykhalko, O.G., Barkar, Ye.V., Lenkov, L.H., Kucher, O.O. (2023). *Optyimizatsiia tekhnolohichnykh rishen utrymannia i hodivli svynei v umovakh promyslovoi tekhnolohii: monohrafiia [Optimization of technological solutions for keeping and feeding pigs in conditions of industrial technology: monograph]*. Mykolaiv: Ilion, 518 p. (In Ukrainian).

5. Passafaro, T.L., Fernandes, A.F.A., Valente, B.D., Williams, N.H., Rosa, G.J.M. (2020). Network analysis of swine movements in a multi-site pig production system in Iowa, USA. *Preventive Veterinary Medicine*, Issue 174, 104856 p. DOI:10.1016/j.prevetmed.2019.104856

6. Tishchenko, O.S., Mykhalko, O.G., Myronenko, O.I., Kuzmenko, L.M., Panasova, T.H., Zhelizniak, I.M., Plechko, O.S. (2024). Rist, zberezhnist ta efektyvnist vidhodivli svynei za nezminnoi ta zminnoi system hodivli v pidsysnyi period, na doroshchuvanni ta vidhodivli [Growth, preservation and efficiency of pig fattening under constant and variable feeding systems in the post-weaning period, during rearing and fattening]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]*. *Tvarynnytstvo [Livestock]*, Issue (1), pp. 111–121. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2024.1.14 (In Ukrainian).

7. Voloshynov, V.V., Povod, M.G., Mykhalko, O.G., Usenko, S.O., Shaferivskyi, B.S., Shostia, H.M., Shpyrna, I H. (2024). Produktyvni yakosti ta efektyvnist vidhodivli hibrydnykh svynei danskoho ta kanadskoho pokhodzhennia v umovakh promyslovoi tekhnolohii [Productive qualities and efficiency of fattening of hybrid pigs of Danish and Canadian origin under conditions of industrial technology]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]*. *Tvarynnytstvo [Livestock]*, Issue (1), pp. 25–32. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2024.1.4 (In Ukrainian).

8. Weaning Management (8/8): Weaning Procedures. PIC. Available at: <https://gb.pic.com/resources/weaning-management-8-8-weaning-procedures/> Accessed on 13.04.2024.

9. Management of Large Groups of Growing Pigs. Hogs, pigs, and pork. Swine.extension.

Available at: <https://swine.extension.org/management-of-large-groups-of-growing-pigs/> Accessed on 01.07.2024.

10. Nielsen, S.S., Alvarez, J., Bicout, D.J., Calistri, P., Canali, E., Drewe, J.A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J.L., Schmidt, C.G., Michel, V., Miranda Chueca, M.Á., Padalino, B., Pasquali, P., Roberts, H.C., Spooler, H., Stahl, K., Velarde, A., Viltrop, A., Winckler, C., Herskin, M. (2022). EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). Welfare of pigs during transport. EFSA journal. European Food Safety Authority, Vol. 20 (9). DOI:10.2903/j.efsa.2022.7445

11. Guan, R., Wu, J., Wang, Y. (2023). Comparative analysis of productive performance and fattening efficiency of commercial pigs in China for two consecutive years. Sci Rep, Vol. 13, 8154 p. DOI:10.1038/s41598-023-35430-y

12. Middelkoop, A., van Marwijk, M.A., Kemp, B., Bolhuis, J.E. (2019). Pigs Like It Varied; Feeding Behavior and Pre- and Post-weaning Performance of Piglets Exposed to Dietary Diversity and Feed Hidden in Substrate During Lactation. Frontiers in Veterinary Science. Vol. 6, 408 p. DOI:10.3389/fvets.2019.00408

13. Aquilani, C., Confessore, A., Bozzi, R., Sirtori, F., Pugliese, C. (2022). Review: Precision Livestock Farming Technologies in Pasture-Based Livestock Systems. Animal, Vol. 16(1), 100429 p. DOI:10.1016/j.animal.2021.100429

14. Kim, J., Kwon, Y.-K., Kim, H.-W., Seol, K.-H., Cho, B.-K. (2023). Robot Technology for Pork and Beef Meat Slaughtering Process: A Review. Animals, Vol. 13, 651 p. DOI:10.3390/ani13040651

15. Monteiro, A., Santos, S., Gonçalves, P. (2021). Precision Agriculture for Crop and Livestock Farming—Brief Review. Animals, Vol. 11, 2345 p. DOI:10.3390/ani11082345

16. Nadal-Roig, E., Plà-Aragonès, L.M., Albornoz, V.M. (2023). Supply Chains: Planning the Transportation of Animals among Facilities. Sustainability, Vol. 15, 2523 p. DOI:10.3390/su15032523

17. Camp Montoro, J., Pessoa, J., Solà-Oriol, D., Muns, R., Gasa, J., Manzanilla, E.G. (2022). Effect of Phase Feeding, Space Allowance and Mixing on Productive Performance of Grower-Finisher Pigs. Animals, Vol. 12 (3), 390 p. DOI:10.3390/ani12030390

18. Neethirajan, S. (2017). Recent Advances in Wearable Sensors for Animal Health Management. Sensing and Bio-Sensing Research, Vol. 12, pp. 15–29. DOI:10.1016/j.sbsr.2016.11.004

19. Dambaulova, G.K., Madin, V.A., Utebayeva, Z.A., Baimyrzaeva, M.K., Shora, L.Z. (2023). Benefits of Automated Pig Feeding System: A Simplified Cost–Benefit Analysis in the Context of Kazakhstan. Veterinary World, Vol. 16 (11), pp. 2205–2209. Available at: <https://www.veterinaryworld.org/Vol.16/November-2023/4.pdf>

20. Chidgey, K.L. (2024). Review: Space Allowance for Growing Pigs: Animal Welfare, Performance and On-Farm Practicality. Animal, Vol. 18 (1), 100890 p. DOI:10.1016/j.animal.2023.100890

21. Ramirez, B.C., Hayes, M.D., Condotta, I.C.F.S., Leonard, S.M. (2022). Impact of housing environment and management on pre-/post-weaning piglet productivity. Journal of Animal Science, Vol. 100 (6), 142. DOI:10.1093/jas/skac142

22. Lagoda, M.E., Marchewka, J., Driscoll, K., Boyle, L.A. (2022). Risk Factors for Chronic Stress in Sows Housed in Groups, and Associated Risks of Prenatal Stress in Their Offspring. Frontiers in Veterinary Science, Vol. 9. DOI:10.3389/fvets.2022.883154

23. Guevara, R.D., Pastor, J.J., Manteca, X., Tedo, G., Llonch, P. (2022). Systematic review of animal-based indicators to measure thermal, social, and immune-related stress in pigs. PLoS One, Vol. 17 (5). DOI:10.1371/journal.pone.0266524

24. Signoret, J.P., Baldwin, B.A., Fraser, D., Hafez, E.S.E. (1975). The behaviour of swine. In: Hafez, E. S. E. (Ed.), Behaviour of Domestic Animals. Baillière Tindall, London, pp. 295–329. Available at: <https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=mammal>

25. Bos, E.J., Maes, D., van Riet, M.M., Millet, S., Ampe, B., Janssens, G.P., Tuytens, F.A. (2016). Locomotion Disorders and Skin and Claw Lesions in Gestating Sows Housed in Dynamic versus Static Groups. PLoS One, Vol. 11 (9). DOI:10.1371/journal.pone.0163625

26. Mluba, H.S., Atif, O., Lee, J., Park, D., Chung, Y. (2024). Pattern Mining-Based Pig Behavior Analysis for Health and Welfare Monitoring. Sensors, Vol. 24, 2185 p. DOI:10.3390/s24072185

27. Povod, M.G., Mykhalko, O.G., Izhboldina, O.O., Hutyi, B.V., Verbelchuk, T.V., Borshchenko, V.V., Koberniuk, V.V. (2023). Vplyv masy porosiat, zakladynykh na doroshchuvannia, na yikh produktyvni yakosti ta efektyvnist vyroshchuvannia [The influence of the mass of piglets placed on the rearing, on their productive qualities and cultivation efficiency]. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, Issue 6 (2), pp. 37–43. DOI:10.32718/ujvas6-2.07 (In Ukrainian).

28. Bublyk, O. (2018). Zmina hodivli svynei iz sukhoy na ridku zaoshchadzhuie do 12% kormiv [Changing pig feed from dry to liquid saves up to 12% of feed]. Ahro Taims. Available at: <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/zmina-godivli-svinej-iz-suhoyi-naridku-zaoshchadzhue-do-12-kormiv/> Accessed on 01.07.2024 (In Ukrainian).

29. Mykhalko, O.G. (2021a). Vidhodivelni yakosti svynei irlandskoho pokhodzhennia za riznoho typu hodivli [Feeding qualities of pigs of Irish origin under different types of feeding]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock], Issue 3 (42), pp. 51–56. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2020.3.9 (In Ukrainian).

30. Blavi, L., Solà-Oriol, D., Llonch, P., López-Vergé, S., Martín-Orúe, S.M. Pérez, J.F. (2021). Management and Feeding Strategies in Early Life to Increase Piglet Performance and Welfare around Weaning: A Review. Animals, Vol. 11 (2), 302 p. DOI:10.3390/ani11020302

31. Zachary, J.F. (2017). Mechanisms of Microbial Infections. Pathologic Basis of Veterinary Disease. pp. 132–241. DOI:10.1016/B978-0-323-35775-3.00004-7
32. Puspitarani, G.A., Fuchs, R., Fuchs, K., Ladinig, A., Desvars-Larrive, A. (2023). Network analysis of pig movement data as an epidemiological tool: an Austrian case study. *Scientific Reports*, Vol. 13 (1), 9623 p. DOI:10.1038/s41598-023-36596-1
33. Ivanov, V., Zasukha, L., Hryhorenko, V. (2020). Rozrobka vyrobnychoi prohramy ta obiemno-planuvalnykh rishen prymishchen dlia dvofaznoi tekhnologii vyroshchuvannya molodniaku svynei [Development of a production program and volume-planning solutions of premises for two-phase technology of growing young pigs]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. *Tvarynnytstvo* [Livestock], Issue 3 (42), pp. 38–43. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2020.3.7 (In Ukrainian).
34. Mykhalko, O.G. (2021b). Zalezhnist vidhodivelnikh yakosti svynei danskoho pokhodzhennia vid typu hodivli [Dependence of the feeding qualities of pigs of Danish origin on the type of feeding]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. *Tvarynnytstvo* [Livestock], Issue 4 (47), pp. 99–108. DOI:10.32845/bsnau.lvst.2021.4.17 (In Ukrainian).
35. Povod, M.G., Tishchenko, O.S., Mykhalko, O.G., Verbelchuk, T.V., Verbelchuk, S.P., Shcherbyna, O.V., Kalinichenko, H.I. (2022). Intensyvni rost ta vidhodivelni yakosti svynei za zminy typiv hodivli pid chas doroshchuvannya ta vidhodivli [Intensity of growth and fattening qualities of pigs due to changes in types of feeding during rearing and fattening]. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhyskoho* [Scientific Bulletin of the LNUVMB named after S.Z. Gzhitskyi]. *Silskohospodarski nauky* [Agricultural Sciences], Issue 24 (96), pp. 50–60. DOI:10.32718/nvlvet-a9607 (In Ukrainian).
36. Vashchenko, P.A. (2008). Seleksiini indeksy v svynarstvi [Breeding indices in pig farming]. *Svynarstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk* [Pig farming: interdepartmental thematic scientific collection]. *Poltava*, Issue 56, pp. 15–19. (In Ukrainian).
37. Zoric, M., Johansson, S.E., Wallgren, P. (2015). Behaviour of fattening pigs fed with liquid feed and dry feed. *Porc Health Manag*, Vol. 1, 14 p. DOI:10.1186/s40813-015-0009-7
38. Tishchenko, O.S., Mykhalko, O.G., Myronenko, O.I., Kuzmenko, L.M., Panasova, T.H., Zhelizniak, I.M., Plechko, O.S. (2024). Rist, zberzhenist ta efektyvnist vidhodivli svynei za nezminnoi ta zminnoi system hodivli v pidsysnyi period, na doroshchuvanni ta vidhodivli [Growth, preservation, and efficiency of pig fattening under constant and variable feeding systems during the suckling period, rearing, and fattening]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. *Tvarynnytstvo* [Livestock], Issue 1, pp. 111–121. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2024.1.14 (In Ukrainian).
39. Bai, X., Plastow, G.S. (2022). Breeding for disease resilience: opportunities to manage polymicrobial challenge and improve commercial performance in the pig industry. *CABI Agriculture and Bioscience*, Vol. 3 (1), 6 p. DOI:10.1186/s43170-022-00073-y
40. Harris, H., Harris, I.T. (2023). One-site and multi-site swine rearing systems II. *Pig333.com*. Available at: https://www.pig333.com/articles/one-site-and-multi-site-swine-rearing-systems-ii_19564/ Accessed on 01.07.2024
41. Wang, J., Hu, X. (2023). Factors Influencing Disease Prevention and Control Behaviours of Hog Farmers. *Animals*, Vol. 13 (5), 787 p. DOI:10.3390/ani13050787
42. Bergstrom, J.R., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Nelssen, J.L., DeRouchey, J.M., Goodband, R.D. (2008). The effects of feeder design on growth performance and carcass characteristics of finishing pigs. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 10 p. DOI:10.4148/2378-5977.7021
43. Schwarz, T., Turek, A., Nowicki, J., Tuz, R., Rudzki, B., Bartlewski, P.M. (2016). Production value and cost-effectiveness of pig fattening using liquid feeding or enzyme-supplemented dry mixes containing rye grain. *Czech J. Anim. Sci.*, Vol. 61 (8), pp. 341–350. DOI:10.17221/73/2015-CJAS
44. Nechmilov, V.M., Povod, M.G. (2018). Vidhodivelnia produktyvnist svynei za riznykh terminiv doroshchuvannya ta vykorystannia sukhoho i ridkoho typiv hodivli [Fattening productivity of pigs under different rearing terms and the use of dry and liquid feeding types]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. *Tvarynnytstvo* [Livestock], Issue 7 (35), pp. 122–134. Available at: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/6610/1/12.pdf> (In Ukrainian).
45. Povod, M., Mykhalko, O., Gutyj, B., Verbelchuk, T., Kalynyuchenko, H., Vyslotska, L., Ivakhiv, M. (2024). The dependence of piglet productivity on the method of feed preparation and the feeding of piglets. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. Issue 24 (1), pp. 787–798. Available at: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.24_1/volume_24_1_2024.pdf (In English).

Effectiveness of numuid fattening of hybrid pgs grown in non-face and two-face method

Mezhenskyi G., Shpetnyi M., Kalinichenko G., Onyshchenko L., Verbelchuk T., Verbelchuk S., Koberniuk V.

The purpose of the research was to study the fattening productivity of pigs grown under two-phase rearing, with different durations of the phases of this period of the production cycle in the conditions of an industrial complex under liquid feeding. It was established that the intensity of growth of fattening pigs depended on the phase of growth and the duration of its second phase during which a liquid feeding system

was used. Pigs with two-phase rearing outperformed their counterparts with a single-phase method in average daily and absolute growth by 1.3–8.7%, relative growth by –0.45–1.01%, were better by –0.14–0.21 % preservation of animals during fattening and higher by 1.7–9.4% of their live weight at the end of fattening. Also, they had a 1.2–6.4% shorter age of reaching a weight of 120 kg and a 5.1–22.8% shorter fattening quality index. According to the average daily feed consumption at fattening, the amount of feed consumed per period and its value per animal, no clear regularity was established between the animals of the control and experimental groups. Feed costs per 1 kg of growth and its feed cost were 2.4–4.4% higher in animals that consumed dry feed throughout the growing period. It has been proven that pigs with the use of a two-phase method of rearing and liquid feeding during the second phase of rearing had a 3.4–12.2% higher cost of production when put on fattening, and as a result, with an almost equal cost of fattening, it was higher by 2.31 -7.7 cost per head

upon completion of breeding. At the same time, due to the higher live weight at the end of fattening, they had a 1.7–9.4% higher selling price per animal, a 0.6–12.5% higher income from growing and fattening a single animal, and a 2.2–2.5% better profitability of this process. It was established that the best results in fattening were achieved by pigs in which the second phase of rearing under liquid feeding lasted more than half of this period. With this method of rearing and feeding, they outnumbered animals of other groups that had a longer phase of rearing with the use of a dry method of feeding – according to the sales price of one head by 5.0–9.4%, income from the sale of one head by 5.6–12.5% and the profitability of raising and fattening one pig by 0.3–3.4%. At the same time, they had a higher 4.7–5.9 cost of fattening one head, by 4.8–5.1% of the cost of this head at the end of fattening compared to animals of other groups.

Key words: piglets, rearing, pigs, fattening, method of feeding, gains, feed conversion, cost, income, profitability.



Copyright: Меженський Г.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Меженський Г.В.
Шпетний М.Б.
Калініченко Г.І.
Онищенко Л.М.
Вербельчук Т.В.
Вербельчук С.П.
Кобернюк В.В.


<https://orcid.org/0009-0005-7039-8290>
<https://orcid.org/0000-0003-4757-5875>
<https://orcid.org/0000-0002-0909-0044>
<https://orcid.org/0000-0003-2666-9813>
<https://orcid.org/0000-0001-7334-4507>
<https://orcid.org/0000-0002-1136-5617>
<https://orcid.org/0000-0001-7037-8269>

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

УДК 636.5:636.085.55

Продуктивність і м'ясні якості перепелів при додаванні до раціону часнику та імбируКаркач П.М. , Мойсеєнко К.В.

Білоцерківський національний аграрний університет

 Каркач П.М. E-mail: peter.karkach@gmail.com

Каркач П.М., Мойсеєнко К.В. Продуктивність і м'ясні якості перепелів при додаванні до раціону часнику та імбиру. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 52–57.

Karkach P., Moiseenko K. Productivity and meat quality of quail with the addition of garlic and ginger to the diet. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 52–57.

Рукопис отримано: 03.11.2024 р.

Прийнято: 16.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-52-57

При вивченні впливу натуральних інгредієнтів часнику та імбиру на м'ясну продуктивність перепелів породи Фараон встановлено, що в 4-місячному віці вплив від згодовування часнику був мінімальним, порівняно з контрольною групою. Тенденція до збільшення живої маси перепелів 3-ї групи, яким додатково згодовували імбир, у 5 і 6-тижневому віці перевищувала на 12,6-17,1 % показник живої маси контрольної групи. За весь період відгодівлі показник середньодобового приросту у групах, яким згодовували часник та імбир, перевищував показник контрольної групи на 0,56 г (або на 10,5 %) та 0,69 г (або на 12,9 %) відповідно. Показник забійного виходу тушки в дослідних групах також мав тенденцію до зростання і становив 64,1 та 64,3 %, що було більше на 0,3 і 0,5 % порівняно з контрольною групою. Згодовування часнику перепелам 2-ї дослідної групи спричинило збільшення маси печінки до 2,26 % та шлунку до 2,05 % щодо маси патраної тушки, що було на 0,38 % та 0,59 % більше за показники контрольної групи. Тоді як при згодовуванні імбиру перепелам 3-ї групи збільшення цих органів було мінімальним, а саме: на 1,77 % та 0,45 % більше порівняно з показниками контрольної групи.

Ключові слова: перепели, часник, імбир, жива маса, забійний вихід, конверсія корму.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У зв'язку з поступовим збільшенням населення світу зростає потреба в нарощуванні виробництва харчових продуктів, основними з яких є яйця та м'ясо птиці. Використання антибіотиків як стимуляторів росту негативно впливає на баланс нормальної мікрофлори кишечника, накопичення залишків тканинних антибіотиків, розвиток нових штамів лікарсько-стійких патогенних бактерій. Тому пошук шляхів заміни антибіотиків у годівлі птиці є актуальним і ефективним, особливо при виробництві продукції птахівництва на органічній основі із застосуванням натуральних інгредієнтів.

Як свідчать дослідження науковців, використання натуральних інгредієнтів у годівлі птиці покращує імунітет, загальний стан здоров'я і сприяє підвищенню споживання їжі. Також встановлено взаємозв'язок між типом і кількістю добавок і м'ясними якостями тушки [16].

Рослина *Zingiber officinale*, звичайна назва імбир, використовується в медицині та як спеція. Gingerdione та gingerol – найкорисніші складники імбиру. За даними Kothari et. al. (2019), ці речовини у разі включення в раціони бройлерів впливають на мікробну активність і стимулюють активність ферментів травлення [9]. Було встановлено, що годування

перепелів корицею та імбиром покращило гістологію шлунково-кишкового тракту та печінки, зменшило запалення та покращило біохімію крові у птахів [2]. Dosoki et. al. (2023) виявили, що за додавання органічних добавок, як-от: олія ладану або порошок імбиру ефективність японських перепелів-несучок, репродуктивна ефективність і продуктивність сироватки крові були вищими порівняно з перепелами контрольної групи [6].

На підставі досліджень науковців було встановлено, що добавки імбиру і часнику в раціонах курчат-бройлерів мали сильний стимулювальний вплив на імунну і травну системи у птахів, оскільки діяли як пребіотик з позитивним впливом на імунну відповідь [13]. Також дослідження рецептур імбиру і часнику як кормових добавок показали обнадійливі результати щодо зростання маси тіла, ефективності корму, зниження смертності і підвищення життєздатності птахів [1].

Мета дослідження – визначення доцільності використання часнику та імбиру як органічних натуральних добавок в раціоні перепелів для заміни протимікробних препаратів.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження було проведено в умовах фермерського господарства за використання перепелів м'ясної породи фараон. З метою вивчення впливу натуральних інгредієнтів часнику та імбиру на м'ясну продуктивність перепелів, добових перепелят рандомно було розділено на 3 групи по 56 голів у кожній, яких утримували в окремій двоярусній клітковій батареї. Протягом 6 тижнів відгодівлі першій контрольній групі згодовували базовий раціон без добавок, другій – додавали сухого часнику з розрахунку 500 мг / кг комбікорму, третій – сухого імбиру у кількості 500 мг / кг комбікорму. Технологічні параметри утримання були однаковими для усіх груп дослідів та витримувалися в межах нормативів. Годівлю

перепелів здійснювали комбікормами, збалансованими за всіма поживними речовинами, згідно з рекомендованими нормами 310 ккал обмінної енергії і 26 % сирого протеїну. З метою визначення впливу часнику та імбиру на м'ясні якості тушки перепелів з кожної групи було забито по 10 голів, які були помічені і брали участь в постійному контролі за розвитком і нарощуванням живої маси протягом всього періоду відгодівлі.

Протягом досліду враховували наступні показники: динаміку живої маси, збереженість, приріст живої маси, витрати кормів та м'ясні якості тушки. Отримані результати досліджень обробляли за стандартними методами варіаційної статистики з використанням комп'ютерної програми Statistical.

Результати дослідження та обговорення. Встановлено, що збереженість поголів'я перепелів протягом всього 6-ти тижневого періоду відгодівлі по усіх групах досліду була 100 %. Захворювань птиці також не спостерігалось, що сприяло об'єктивному оцінюванню впливу таких натуральних компонентів як часник та імбир на м'ясну продуктивність перепелів порівняно із контрольною групою, якій ці компоненти в раціон не додавали.

Спостереження за ростом та розвитком м'ясних перепелів за тижнями вирощування продемонстрували, що протягом першого тижня жива маса перепелів усіх груп була однаковою і тільки починаючи з другого тижня відгодівлі спостерігалася тенденція щодо поступового зростання живої маси в групах, яким згодовувалися часник та імбир (табл. 1). Характерно, що в 4-місячному віці вплив від згодовування часнику був мінімальним, порівняно з контрольною групою. Водночас як тенденція до зростання живої маси перепелів 3-ї групи, яким додатково згодовували імбир, спостерігалася з 4-го тижня і до кінця відгодівлі.

Таблиця 1 – Динаміка живої маси перепелів за тижнями вирощування (n=10)

Групи дослідів	Жива маса (г) по тижнях вирощування						
	в добовому віці	1	2	3	4	5	6
1 контрольна	8,57 ± 0,04	30,72 ± 0,57	78,15 ± 0,69	131,7 ± 3,16	174,63 ± 2,71	191,84 ± 3,54	232,34 ± 3,38
2 дослідна	8,58 ± 0,05	30,68 ± 1,96	79,24 ± 2,41	138,36 ± 3,43	176,38 ± 2,87	213,69 ± 3,27	256,26 ± 4,14
3 дослідна	8,56 ± 0,03	30,61 ± 0,86	81,3 ± 2,62	142,9 ± 3,78	184,12 ± 3,53	224,58 ± 4,57	261,59 ± 4,44

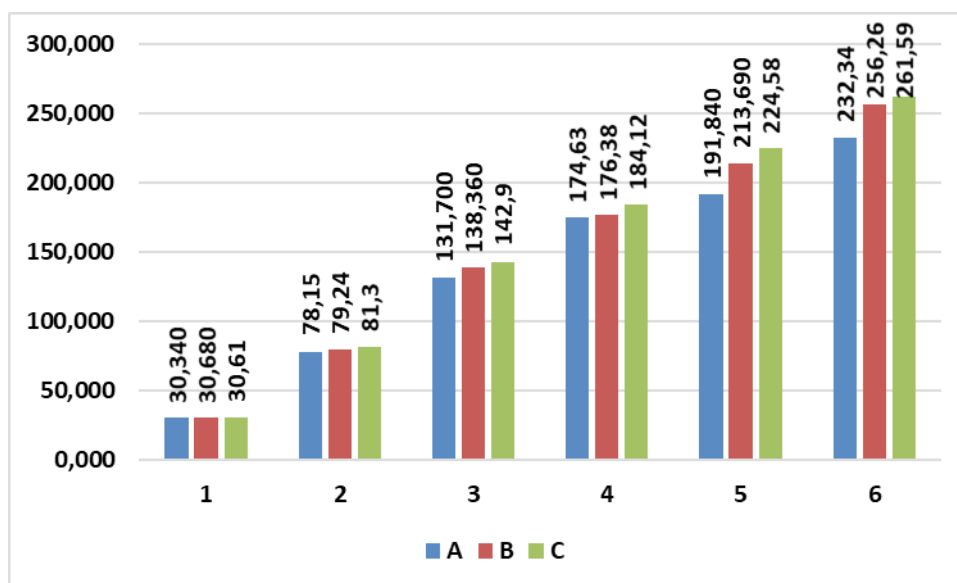


Рис. 1. Динаміка живої маси перепелів до 6-тижневого віку, г (А- контрольна група; В – 2 - дослідна; С – 3 - дослідна).

Як бачимо із даних таблиці 1 та рисунку 1, у 5 і 6-тижневому віці в 3-й групі, якій згодували імбир, жива маса перепелів перевищувала на 12,6–17,1 % показник живої маси контрольної групи.

У таблиці 2 наведено дані щодо приросту живої маси як за двома періодами (стартовий і відгодівельний), так і за весь 6-ти тижневий період відгодівлі. Як бачимо, більшим приріст живої маси у всіх групах дослідів відбувався у період 4–6 тижнів відгодівлі.

Більш результативним є показник середньодобового приросту, який за період 4–6 тижнів у 2-й та 3-й групах перевищував показник контрольної групи на 0,6 г (або на 10,1 %) та 0,81 г (або на 14,5 %) відповідно. За весь 6-ти тижневий період відгодівлі показник середньодобового приросту у 2-й та 3-й групах перевищував показник контрольної групи на 0,56 г (або на 10,5 %) та 0,69 г (або на 12,9 %) відповідно.

На економічну ефективність, собівартість та рентабельність виробництва певно-

го виду продукції впливає кількість витрачених комбікормів та їх вартість. Як бачимо із даних таблиці 3, у перший стартовий період відгодівлі (1–3 тижні) конверсія корму у всіх групах дослідів була практично однаковою, хоча в 2-й дослідній групі, перепелам якої згодувався часник, спостерігалася тенденція щодо незначного скорочення витрат кормів на приріст живої маси до 1,97 г / г, тоді як у 3-й дослідній групі цей показник збільшувався до 2,07 г / г. У другий ростовий період відгодівлі (4–6 тижнів) спостерігалася як підвищення середньодобового приросту живої маси, так і зростання конверсії корму до 3,15 г / г у 2-й групі і до 3,41 г / г – у 3-й дослідній групі, що було на 0,26 і 0,52 г / г більше, ніж у контрольній групі. В цілому, за весь період 6-ти тижневої відгодівлі перепелів конверсія корму у 2-й та 3-й групах становила 2,59 та 2,78 г / г, що перевищувало показник 1-ї контрольної групи на 0,12 та 0,31 г / г, або 4,9 та 12,6 % відповідно.

Таблиця 2 – Тижневий та середньодобовий приріст живої маси за групами дослідів

Групи дослідів	Приріст живої маси за тижнями вирощування та в середньому за добу (г)					
	1–3	середньодобовий	4–6	середньодобовий	1–6	середньодобовий
1 контрольна	106,54	5,07	117,23	5,58	223,77	5,33
2 дослідна	117,89	5,61	129,79	6,18	247,68	5,89
3 дослідна	118,68	5,65	134,34	6,39	253,02	6,02

Таблиця 3 – Витрати комбікорму та конверсія корму за періодами вирощування

Групи дослідів	Витрати комбікорму по тижням вирощування (г/гол) та конверсія корму (г/г приросту)					
	1-3	Конверсія корму	4-6	Конверсія корму	1-6	конверсія корму
1 контрольна	198,4± 2,27	1,74	375,2± 3,18	3,41	573,6± 2,84	2,47
2 дослідна	203,7± 2,31	1,79	383,7± 3,54	3,47	587,4± 2,98	2,29
3 дослідна	204,33± 2,38	1,83	386,9± 4,26	3,86	591,23± 3,47	2,26

За результатами забою перепелів, дані яких наведено у таблиці 4, видно, що у зв'язку із зростанням живої маси у 2-й і 3-й дослідних групах показник забійного виходу тушки також мав тенденцію до зростання і становив 64,1 та 64,3 %, що було більше на 0,3 і 0,5 % порівняно з контрольною групою. Але характерною відмінністю щодо впливу цих натуральних інгредієнтів на основні внутрішні органи є відсоткове збільшення таких органів як печінка та шлунок. Так, згодовування часнику перепелам 2-ї дослідної групи зумовило збільшення маси печінки до 2,26 % та шлунку до 2,05 % щодо маси патраної тушки, що було 0,38 % та 0,59 % більше за показники контрольної групи. Згодовування імбиру перепелам 3-ї групи також спонукало до збільшення цих органів, але в меншій відсотковій залежності, зокрема: на 1,77 % та 0,45 % більше порівняно з показниками контрольної групи.

птиці проводяться вже досить давно і їх застосування є актуальним з з погляду конкурентоздатності і відміни від антибіотиків в органічному птахівництві. Позитивний вплив і підвищення продуктивності як часнику, так і імбиру пояснюють стимуляцією секреції травних ферментів, що сприяє посиленню травлення і всмоктування поживних речовин [7]. Також дослідженнями було підтверджено, що часниковий порошок сприяє поліпшенню здоров'я організму, усуненню патогенних хвороботворних мікробів, що збільшує споживання корму і нарощування живої маси [3]. Збільшення приросту маси тіла також було встановлено у бройлерів, яких годували кормами, що мали в раціоні часник [12]. Позитивний вплив часнику пояснюють збільшенням кількості ворсинок і келихоподібних клітин у дванадцятипалій, тонкій та клубовій кишках птиці [4].

Крім того, часниковий порошок може допомогти організму набрати вагу шляхом

Таблиця 4 – Результати забою перепелів за групами (n=10)

Показники	Групи дослідів		
	1 к.	2 д.	3 д.
передзабійна маса, г	232,34 ±3,38	256,26 ±9,06	261,59 ±10,87
маса патраної тушки, г	148,23±5,23	164,26±8,34	168,21±9,61
забійний вихід, %	63,8	64,1	64,3
маса печінки, г / %	2,94±0,37/1,98	3,87±0,52/2,36	3,71±0,48/2,21
маса шлунку, г / %	2,17±0,41/1,46	3,36±0,64/2,05	3,22±0,76/1,91

Враховуючи, що однією з найважливіших складових якості м'яса, що впливають на вибір споживачами і термін його зберігання, є колір м'яса тушки після забою, треба відзначити, що відмінностей за кольором м'яса між групами дослідів не спостерігалось.

Треба відзначити що подібні дослідів щодо застосування фітогенних речовин у годівлі

сприяння розвитку декількох систем організму, включаючи секрецію ферментів, їх всмоктування та імунітет [14]. Дослідженнями також зафіксовано підвищене споживання корму у птиці, яка отримувала часник [10].

Відомо, що імбир має і фармакологічні сильнодіючі хімічні речовини для використання у птахівництві завдяки антиоксидан-

там, антибактеріальним, протизапальним, антисептичним, проти паразитарним та імунomodельовальним властивостям [17]. Імбир можна включати до раціону японських перепелів у кількості до 2 % без шкоди для їх продуктивності [11]. Недавніми дослідженнями G. Dosu, T. O. Obanla, S. Zhang, et al. (2023) доведено, що екстракт кореня імбиру, який входив до складу комбікорму, не чинив негативного впливу на показники росту, натомість зміцнював імунну систему, пригнічував кишкову паличку та стимулював ріст корисних бактерій. Крім того, за їх даними, згодуювання японським перепелкам-несучкам 500 мг / кг порошку імбиру або 200 мг / кг олії ладану як дієтичної добавки покращило відтворення та продуктивність порівняно з птицею контрольної групи [5].

У наших дослідженнях доведено, що підвищення результативності використання цих натуральних добавок більшою мірою спостерігається у другий період відгодівлі, що збігається з даними інших авторів. Так, M. Saeed, M. E. AbdEl-Hack, M. Arif, et.al. (2017) навели дані, що після четвертого тижня вживання добавок маса тіла групи поживних речовин імбиру та часнику була значно вищою, ніж у контрольній групі [15]. Ці результати узгоджуються з результатами науковців, які виявили, що збільшення живого жиру у курчат-бройлерів, збагачених комбінацією часнику та імбиру, було значно вищим [8].

Висновки. Використання натуральних інгредієнтів часнику та імбиру у кількості 500 мг \ кг комбікорму позитивно впливає на ріст, розвиток та м'ясні якості перепелів породи Фараон і є доцільним під час відгодівлі цієї птиці.

REFERENCES

- 1 Abd El-Hack, M., Alagawany, M., Shaheen, H., Samak, D., Allam, A.A., Othman, S.I., Taha, A.E., Khafaga, A.F., Arif, M., Osman, A., El Sheikh, A., Elnesr, S.S. and Sitohy, M. (2020). Ginger and its Derivatives as Promising Alternatives to Antibiotics in Poultry Feed. *Animals*. 10 (3). 452 p. DOI:10.3390/ani10030452
- 2 Abd El-Hack, M.E., El-Saadony, M.T., Salem, H.M., El-Tahan, A.M., Soliman, A.F., Youssef, M.M., Taha, G.B., Soliman, A.E., Ahmed, S.M., El-Kott, A.E., Al Syaad, K.M. (2022). Alternatives to antibiotics for organic poultry production: types, modes of action and impacts on bird's health and production. *Poult. Sci.*, 101. DOI:10.1016/j.psj.2022.101696
- 3 Abujradah, M.K., Pandey, N., Pandey, R. (2018). Effect of Probiotics, Garlic and Neem Leaf Powder Supplementation on Feed Efficiency in Caged Broiler. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7 (6), pp. 78–83. DOI:10.20546/ijcmas.2018.706.011
- 4 Adibmoradi, M., B Navidshad, B., Saif, D.J., Royan, M. (2006). Effect of dietary garlic meal on histological structure of small intestine in broiler chickens. *The Journal of Poultry Science*, 43, pp. 378–383. Available at: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/43/4/43_4_378/pdf
- 5 Dosu, G., Obanla, T.O., Zhang, S., Sang, S., Adetunji, A.O., Nagabhusanam, T.K., Fasina, Y.O. (2023). Supplementation of ginger root extract into broiler chicken diet: effects on growth and immunocompetence. *Poult. Sci.*, 102. DOI:10.1016/j.psj.2023.102897
- 6 Dosoky, W.M., Farag, S.A., Almasmoum, H.A., Khisheerah, N.S., Youssef, I.M., Ashour, E.A., Mohamed, I.A., Moustafa, M., Al-Shehri, M., Jaremko, M., Abd El-Hack, M.E. (2023). Influences of dietary supplementation of ginger powder and frankincense oil on productive performance, blood biochemical parameters, oxi- and tissues histomorphology of laying Japanese quail. *Poult. Sci.*, 102. DOI:10.1016/j.psj.2023.102988
- 7 Esmail, S.H. (2012). Black cumin and garlic powder in poultry diets. *World Poultry Journal*, 28 (7), pp. 7–9. DOI:10.4081/ijas.2012.e77?needAccess=true
- 8 Karangiya, V.K., Savsani, H.H., Patil, S.S., Garg, D.D., Murthy, K.S., Ribadiya, N.K., Vekariya, S.J. (2016). Effect of dietary supplementation of garlic, ginger and their combination on growth performance and economics in commercial broilers. *Vet. World*. 9, 245 p. DOI:10.14202/vetworld.2016.245–250
- 9 Kothari, D., Lee, W.D., Niu, K.M., Kim, S.K. (2019). The genus *Allium* as poultry feed additive: a review. *Animals*. 9, 1032 p. DOI:10.3390/ani9121032
- 10 Lukanov, H., Genchev, A., Ribarski, S. (2015). Effect of feed supplementation with garlic powder on meat productivity and meat quality traits of Classic Ross 308 male hybrid chickens. *Trakia Journal of Science*, 13 (1), pp. 66–76. DOI:10.15547/tjs.2015.01.009
- 11 Muhammad, A.S., Yahaya, K.M., Bello, I., Sani, I., Adamu, N. (2017). Effect of ginger on the performance, carcass, characteristics of Japanese quails in semi-aridzone of Nigeria. *FTSTJ*, 2, pp. 345–349. Available at: <https://www.ftstjournal.com/uploads/docs/21B%20Article%204.pdf>
- 12 Mulugeta, M., Worku, Z., Seid, A. And Debela, L. (2019). Effect of garlic powder (*Allium sativum*) on performance of broiler chicken. *Livestock Research for Rural Development*. 31 (4), pp. 56–62. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/332687018>
- 13 Qorbanpour, M., Fahim, T., Javandel, F., Nosrati, M., Paz, E., Seidavi, A., Ragni, M., Laudadio, V., Tufarelli, V. (2018). Effect of dietary ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and multi-

strain probiotic on growth and carcass traits, blood biochemistry, immune responses and intestinal microflora in broiler chickens. *Animals*. 8 (7), pp. 1–9. DOI:10.3390/ani8070117

14. Ronquillo, M.G., Hernandez, J.C.A. (2017). Antibiotic and synthetic growth promoters in animal diets: review of impact and analytical methods. *Food Control*, 72, pp. 255–267. DOI:10.1016/j.foodcont.2016.03.001

15. Saeed, M., Abd El-Hack, M.E., Arif, M., El-Hindawy, M.M., Attia, A.I., Mahrose, K.M., Noreldin, A.E. (2017). Impacts of distiller's dried grains with solubles as replacement of soybean meal plus vitamin E supplementation on production, egg and blood chemistry of laying hens. *Ann. Anim. Sci.* 17, pp. 849–862. DOI:10.1515/aoas-2016-0091

16. Vargas-Sanchez, R. D., Ibarra-Arias, F.J., Torres-Martínez, B., Sanchez-Escalante, A., Torrescano-Urrutia, G.R. (2019). Use of natural ingredients in Jap- ir effect on carcass and meat quality - a review. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 32, pp. 1641–1656. DOI:10.5713/ajas.18.0800

17. Zhang, G.F., Yang, Z.B., Wang, Y., Yang, W.R., Jiang, S.Z., Gai, G.S. (2009). Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status and serum metabolites of broiler chickens. *Journal of Poultry Science*, 88, pp. 2159–2166. DOI:10.3382/ps.2009-00165

Productivity and meat quality of quail with the addition of garlic and ginger to the diet

Karkach P., Moiseenko K.

When studying the effect of natural ingredients garlic and ginger on the meat productivity of quails of the Pharaoh breed, it was found that at 4 months of age the effect of feeding garlic was minimal compared to the control group. Whereas the tendency to increase the live weight of quails of the 3rd group, which were additionally fed ginger, at 5 and 6 weeks of age exceeded the live weight of the control group by 12.6–17.1%. During the entire fattening period, the average daily gain in the groups fed garlic and ginger exceeded that of the control group by 0.56 g (or 10.5%) and 0.69 g (or 12.9%), respectively. The slaughter yield of the carcass in the experimental groups also tended to increase and amounted to 64.1 and 64.3%, which was 0.3 and 0.5% more than in the control group. Feeding garlic to quails of the 2nd experimental group led to an increase in liver weight to 2.26% and stomach weight to 2.05% relative to the weight of the carcass, which was 0.38% and 0.59% more than in the control group. Whereas when feeding ginger to quails of the 3rd group, the increase in these organs was minimal, namely: 1.77% and 0.45% more compared to the control group.

Key words: quail, garlic, ginger, live weight, slaughter yield, feed conversion.



Copyright: Каркач П.М., Мойсеєнко К.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Каркач П.М.

<https://orcid.org/0000-0003-3315-3508>


БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

УДК 620.3:577.1:579.61-032.4

Синтез нових біотехнологічних наногібридів селену та оцінювання ризику бактерій із мультирезистентністю: огляд літератури

Цехмістренко О.С. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Цехмістренко О.С. E-mail: Tsekhmistrenko-oksana@ukr.net

Цехмістренко О.С. Синтез нових біотехнологічних наногібридів селену та оцінювання ризику бактерій із мультирезистентністю: огляд літератури. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 58–67.

Tsekhmistrenko O. Synthesis of new biotechnological selenium nanohybrids and risk assessment of bacteria with multi-resistance. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 58–67.

Рукопис отримано: 01.10.2024 р.

Прийнято: 15.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-58-67

Значною медичною та ветеринарною проблемою є поширеність резистентності до антибіотиків, адже бактерії швидко розвивають адаптивні механізми як засіб протидії ефектам традиційних ліків. Надмірний вплив антибіотиків і розвиток механізмів резистентності до антибактеріальних агентів спровокували розповсюдження стійких до антибіотиків бактерій. Наразі докладаються значні зусилля для протидії проліферації резистентних штамів шляхом ідентифікації бактерій, здатних синтезувати антибіотики, відкриваються нові хімічні варіації у їх рецептурах, природні антибіотики поєднуються з раніше невідомими природними джерелами антибіотиків. Значну увагу привертають бактеріоцини молочнокислих бактерій, пептиди або білки із антибактеріальними властивостями. Селен є життєво важливим мікроелементом для підтримки здоров'я та сприяння росту, який можна синергетично використовувати з пероральною терапією антибіотиками та як важливий складовий компонент раціону, а наночастинки селену (SeNPs) мають антиоксидантні, протипухлинні, антибактеріальні властивості та значну антибактеріальну ефективність. Отже, метою роботи було дослідити літературні дані щодо методів екстракції та очищення ентероцину, хімічного синтезу наногібридів у селену, провести їх характеристику за допомогою різних методів та оцінювання їх біологічної активності.

Проведений аналіз даних літератури підтвердив виробництво селену в його хімічно чистому стані. Продемонстроване негативне значення дзета-потенціалу наночастинок Se, що сприяє їх електричній стабільності та здатності до рівномірного розподілу у розчинах без утворення агрегатів або осадів. За утворення наногібридів після додавання білка спостерігається схильність до позитивних значень, що вказує на помітний вплив білка на характеристики поверхні SeNP.

Досліджено антибактеріальну активність ентероцину. Встановлено, що ефективність синтезованих наночастинок селену (SeNP) проти досліджуваних бактерій була нижчою, ніж у синтезованого наногібриду. Дослідження антиоксидантної активності наногібридів довело, що наногібриди можуть поглинати вільні радикали в більшому діапазоні, ніж ентероцин окремо.

Таким чином, дані літератури ілюструють посилену антиоксидантну активність наногібриду *in vitro* та кращу антибактеріальну активність щодо бактерій MDR порівняно з одним ентероцином, що свідчить про можливість його використання у різних галузях, зокрема, у харчовій та медичній. У роботі вивчались публікації лише щодо *in vitro* антибактеріальної та антиоксидантної дії ентероцину та наногібридів. Водночас існує необхідність у дослідженнях щодо вивчення додаткових ефектів біоактивності наногібридів як протигрибкових і протипухлинних засобів.

Ключові слова: наночастинки селену, бактерії, антибактеріальна активність, антиоксидант, бактеріоцини.

В останні десятиліття значною медичною та ветеринарною проблемою є поширеність резистентності до антибіотиків, адже бактерії швидко розвивають адаптивні механізми як засіб протидії ефектам традиційних ліків. Бактерії включають групу небезпечних мікроорганізмів, здатних викликати патогенні інфекції [29] та були визнані збудниками трансмісивних хвороб ще з сьомого століття. У 1910 році вперше як антибактеріальний засіб у комерційну мережу надійшов сальварсан, а надалі – налідиксова кислота, макроліди та хлорамфенікол, досягнувши з часом світового використання. Надмірне застосування, нераціональне використання та призначення антибіотиків викликали розвиток резистентності до антибактеріальних препаратів та спровокували розповсюдження стійких до антибіотиків бактерій [36]. З часом докладали значних зусиль для протидії проліферації резистентних штамів шляхом ідентифікації бактерій, здатних синтезувати антибіотики, та відкривали нові хімічні варіації у їх рецептурах. Зокрема, природні антибіотики були поєднані з до того невідомими природними їх джерелами. Задokumentовано антимікробні сполуки як грам-позитивних, так і грам-негативних бактерій, зокрема, бактеріоцини, отримані з молочнокислих бактерій. Бактеріоцинами називають речовини білкової природи, яким притаманні антибактеріальні властивості щодо близькоспоріднених організмів. Їх поділяють на три основні класи, властивості яких досить широко розглянуто в сучасній періодиці [9; 50], та, незважаючи на чисельні дослідження щодо бактеріоцинів, їх використання обмежене такими факторами, як вузький антибактеріальний діапазон, сприйнятливість до розпаду протеазами, необхідність використання високої дози та обмежене виробництво. Наразі, враховуючи їх потенційний вплив, галузі біотехнології та нанотехнології значно зацікавлені у їх дослідженні для потреб фармацевтичної та медичної промисловостей. Такий підхід є конструктивним поглядом у майбутнє та потенційно ефективним методом подолання деяких обмежень бактеріоцинів. Використання нанотехнології забезпечує широкий асортимент продукції в біології та медицині [32]. Нанотехнології здобули значне застосування в біологічних областях, зокрема, і тканинній інженерії [44], транспортуванні ліків [41], діагностиці [52], візуалізації [34], проектуванні системи розподілу води [7] і боротьбі з бактеріальними інфекціями [6]. Наночастинки (НЧ) було запропонова-

но як терапевтичне втручання для інфекцій з використанням різноманітних механізмів, здатних ефективно знищувати бактерії в клітинах людини та тварин з порівняно низьким ступенем токсичності [4012; 40]. Селен (Se) є життєво важливим мікроелементом, необхідним для підтримки здоров'я та сприяння росту, який можна синергетично використовувати з пероральною терапією антибіотиками та як важливим складовим компонентом раціону [48]. Нещодавні дослідження показали, що наночастинки селену (SeNPs) мають антиоксидантні [13; 16; 54], протипухлинні [20; 53; 58], антибактеріальні [40; 57] та антибіоплівкові властивості. Нині документально підтверджено, що SeNPs мають значну антибактеріальну ефективність проти патогенних бактерій, дріжджів і грибів [11; 46]. Зелене виробництво наночастинок селену (SeNPs) продемонструвало біологічну корисність, зменшуючи експресію патогенних генів (*hlaA* та *vgrG-1*) в ізолятах *Staphylococcus aureus* та *Klebsiella pneumoniae*. SeNP мають подвійну функцію, блокуючи бактеріальні клітини та цитоплазматичну мембрану та викликаючи пошкодження ДНК [30]. Отже, **метою роботи** було дослідити літературні дані щодо методів екстракції та очищення ентероцину, хімічного синтезу наногібридів селену, їх характеристику за допомогою різних методів та оцінити їх біологічну активність.

У дослідженнях [9; 19; 39] використовували штам *Enterococcus faecium SMAN-Baghdad* та мультирезистентні бактерії *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Pseudomonas aeruginosa* та *Acinetobacter baumannii*. Культивування *E. faecium SMAN_Baghdad* здійснювали на чашках з агаром De Man Rogosa та Sharp (MRS), зразки зберігалися при 4° С. Типи ентероцину було передбачено за допомогою повногеномного секвенування *E. faecium SMAN_Baghdad* та визначено амінокислотну послідовність цільового ентероцину (ентеролізину-А) та його тривимірну структуру.

Для добування ентероцину до бульйону додавали чисту культуру дослідного штаму [9] та збагачували 0,1 % цистеїну, 2 % фруктози, глюкози та сахарози, 1 % триптонну та дріжджового екстракту. В аеробному середовищі збагачений бульйон інкубували, центрифугували, щоб виділити рідкий компонент, рідку частину фільтрували за допомогою фільтра 0,22 мкм. Для протидії впливу органічних кислот і підвищення рН до 6,0 залишкову рідину піддавали обробці 1 н розчином NaOH. Для очищення ентероцину відфільтрований

супернатант безперервно перемішували на льоду з додаванням солі сульфату амонію з насиченням 65 %, центрифугували та гранули розчиняли у буферному розчині фосфату калію, довівши рН до 7,0 і концентрації 0,02 М. Суспензію піддавали діалізу з використанням ідентичного буфера для випадання солей в осад. Після діалізу із суспензії виділяли окремі фракції з використанням спектрофотометру для вимірювання абсорбції кожної фракції при довжині хвилі 280 нм. Молекулярну масу бактеріоцину кількісно визначали за допомогою електрофорезу в додецилсульфаті натрію в поліакриламідному гелі (SDS-PAGE) з трис-трициновим буфером, відтак бактеріоцини піддавали електрофорезу на 16 % гелі з використанням білкової драбини з молекулярною масою від 10 до 250 кДа [19; 39]. Розчин цільового ентероцину ліофілізували за допомогою сублімаційної сушарки.

Водний розчин наночастинок селену одержували диспергуванням 100 мл твіну і 60 мг пентагідрату селеніту натрію у 180 мл деіонізованої дистильованої води [9], додавали по краплях 20 мл 56,7 мМ аскорбінової кислоти за ретельного перемішування до повного перетворення іона селену в металевий селен, що було підтверджено зміною кольору від безбарвного до прозоро-червоного. Надалі червоний розчин центрифугували в охолоджувальній центрифугі, отримані гранули додатково перемішували та промивали гарячою водою для видалення надлишків побічних продуктів [19]. Наночастинок селену диспергували та стерилізували УФ-світлом.

Для синтезу наногібриду наночастинок селену диспергують у деіонізованій воді, вливають в розчин ентероцину, додають фосфатний буфер (рН = 6,2), суміш кип'ятять зі зворотним охолодженням та фільтрують [56].

Для характеристики SeNP та наногібридів здійснювали аналіз UV-Vis на спектрометрі в діапазоні довжин хвиль 200–600 нм. Середній діаметр частинок та дзета-потенціал визначали за допомогою аналізу динамічного розсіювання світла (DLS). SeNP та наногібрид аналізували на абсорбцію в спектральному діапазоні 400–4000 см⁻¹. Встановлено [55], що функційні групи сприяють зменшенню та стабілізації утворених наночастинок.

Після осадження наночастинок на вуглецеву плівку використовували енергодисперсний рентгенівський детектор (EDX) [14]. Для оцінювання розмірів, структури та дисперсії SeNP і наногібриду використовували сканувальну електронну мікроскопію (SEM) і трансмісійну електронну мікроскопію (TEM) [1].

Задля оцінювання антибактеріальної активності ентероцину, SeNPs і наногібриду проти мікроорганізмів, стійких до антимікробних препаратів (MDR), використовували попередньо підготовлені *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus mutans* і *Staphylococcus aureus* [9; 38].

Для визначення мінімальної інгібувальної концентрації (МІК) наногібриду щодо досліджуваних бактерій використовували експеримент із розведення АБП з подальшим внесенням до бульйону [23].

Структурні взаємодії між потенційно корисним наногібридом та патогенними ізолятами було досліджено за допомогою сканувальної електронної мікроскопії (SEM) з використанням модифікованого методу [22].

Одночасно готували суміші, що містили 950 мкл 0,135 мМ розчину DPPH у метанолі та 50 мкл різних доз ентероцину та наногібридів у межах від 20 до 100 мкг/мл, щоб кількісно визначити активність поглинання радикалів досліджуваного матеріалу. Таку ж концентрацію аскорбінової кислоти використовували як позитивний контроль. Абсорбцію досліджуваних матеріалів кількісно визначали за допомогою спектрофотометра при довжині хвилі 517 нм [43].

Дані літератури свідчать, що за секвенування повного генома *E. faecium* SMAN_Baghdad ідентифікують три різні форми бактеріоцинів у штамі: ентероцин SE-K4, ентеролизин А та ентероцин L50a&b. Частіше акцентують увагу на очищеному ентеролизині А, молекулярна маса якого 43195,43, складається з 401 амінокислоти з формулою C₁₉₄₆H₂₉₃₇N₅₁₅O₅₈₃S₁₀. Очищення ентероцину включало три стадії: осадження з використанням 65 % амонію, діаліз з відсіченням 3,5 та проходження через іонообмінну колонку (3 × 15 см), заповнену DEAE-целюлозою. Концентрацію білка визначали за допомогою спектрофотометра при 280 нм. За допомогою електрофорезу в додецилсульфаті натрію в поліакриламідному гелі (SDS-PAGE) з трис-трициновим буфером було визначено, що молекулярна маса ентероцину становить майже 43000 кДа.

Дослідження демонструє [9], що шойно підготовлений водний розчин селену має один пік при довжині хвилі 270 нм зі значенням поглинання 0,75, що свідчить про інтенсивне поглинання випромінювання та наявність частинок з активною поверхнею та узгоджується зі значеннями наноселену в інших дослідженнях [18; 45], підтверджуючи достовірність препарату наноселену. Селен

часто не виявляє жодних структурних коливань в інфрачервоному спектрі через те, що коливання його зв'язків вимагає більшої кількості енергії порівняно з енергією інфрачервоного випромінювання [45]. Отже, аналіз селену, отриманого розглянутим методом, дозволить отримати детальну інформацію про склад матеріалів покриття наночастинок, а саме аскорбінової кислоти [3]. Інфрачервоні спектри з перетворенням Фур'є (FTIR) показали смугу при 3417 см⁻¹, яку можна віднести до розтяжних коливань –ОН груп у чотирьох гідроксильних групах, які утворюють аскорбінову кислоту. Крім того, спектри продемонстрували дві чіткі смуги при 2918 і 2848 см⁻¹, які можна віднести до розтяжних коливань аліфатичних зв'язків С-Н. Крім того, смуга при 1622 см⁻¹ пов'язана з коливанням валентності зв'язків С=О в аскорбінової кислоті. Нарешті спектри продемонстрували додаткові смуги при 1381 і 1039 см⁻¹, які були приписані коливанню розтягування зв'язків С-О у спирті і зв'язків С-О в ангідрид. Решту смуг в діапазоні нижче 1000 см⁻¹ було приписано вібрації аліфатичних зв'язків С-Н. Отже, наночастинки селену утворюються шляхом нанесення аскорбінової кислоти як покриття, що слугує дисперсійним агентом для частинок селену, зберігаючи їх нанорозмірну структуру без агрегації. Дифракція рентгенівських променів (XRD) утворює піки, що підтверджують наявність наночастинок селену в гексагональній кристалічній системі [21]. Чистота отриманих наночастинок селену підтверджується відсутністю будь-яких подальших зареєстрованих піків, а середній розмір частинок був визначений як 10,31 нм. З допомогою сканувальної електронної мікроскопії (SEM) встановлено розвиток сферичних, однорідних за формою, частинок, розміром від 58 до 80 нм у діаметрі, охоплених неправильними структурами, загальною товщиною не більше 20 нм. Отримані характеристики підтверджують наявність селену як ядра та аскорбінової кислоти як оболонки та стабільність отриманих наночастинок. Попередні дослідження демонстрували, що форма є сферичною, розміром від 35 до 120 нм [33].

Проведений аналіз EDX підтвердив виробництво селену в його хімічно чистому стані. Отримані наночастинки Se мають дзета-потенціал 12,1 мВ. Дзета-потенціал – кількісна оцінка електричних характеристик наночастинок, яка вказує на електричний заряд на поверхні часточок. У дослідженні негативне значення дзета-потенціалу означає негативний

електронний заряд на зовнішній поверхні частинок Se та їх чудову електричну стабільність [28]. Оптимальна електрична стабільність має вирішальне значення в застосуванні препаратів, оскільки вона дозволяє високочарядженим частинкам підтримувати рівномірний розподіл у розчинах без утворення агрегатів або осадів. Значення отриманого негативного дзета-потенціалу узгоджується зі значеннями, задокументованими в літературі для наночастинок селену [24; 26].

За утворення наногібридів після додавання білка з селеном теоретично відбувається зміщення позиції поглинання піку селену з його положення, що і встановлено у дослідженні [9]: для композиту селену з ентероцином (білком) встановлено наявність двох піків при 230 нм і 315 нм, пов'язаних з електронними переходами у ненасичених зв'язках у білку на додаток до переходів в електронній парі в карбонільних групах [49], а також SPR-селену. Оскільки додавання білка зменшило червоне забарвлення селену, відбувається зсув у бік коротших хвиль (блакитний зсув). Тому пік при 230 нм приписують селену, а його зсув від 270 до 230 нм свідчить про його взаємодію з білком. Щодо піку при 315 нм, то він приписується переносу електронів білка. Вимірювання інфрачервоного перетворення Фур'є (FTIR) для перевірки взаємодії білків із селеновими поверхнями виявило смуги при 3408 см⁻¹, що відповідає розтягуванню карбоксильного О-Н коливання на карбоксильному кінці білка та при 3238 см⁻¹, що відповідає амінокінцевим групам білка та вказує на успішну реакцію [24; 27]. Отримана рентгенівська дифракційна картина (XRD) демонструє характерні піки наноселену під кутами, що підтверджують присутність селену в гексагональній кристалічній структурі [32, 37] та піки, що відповідають первинним пікам білка ентероцину. Існування піків в обох матеріалах вказує на значну кристалічність матеріалу та заміщення аскорбінової кислоти ентероцином на поверхні селену. Середній розмір кристала має середній розмір 15,29 нм з наявними неоднорідними структурами сферичної форми та діаметром від 50 до 65 нм. Така структурна характеристика виникає внаслідок інкапсуляції наночастинок селену ентероцином. Ентероцину притаманна амінокислотна полімерна структура, що дозволяє йому існувати у вигляді щільно упакованих частинок з невеликим поділом на поверхні. Дослідження [9] виявили зменшення діаметра порівняно з результатами, отриманими з чистим селеном, що виникає через поєднання

ентероцину, амінокислотного полімеру, із селеном, що призводить до неможливості його безпосереднього виявлення на поверхні, на відміну від аскорбінової кислоти, яка має низьку молекулярну масу. Отже, унікальність цієї структури виникає внаслідок існування ентоцину. Крім того, вимірювання виявили значну пористість матеріалу, що підвищило потенціал композиту як антибактеріального засобу. А це, своєю чергою, пояснюється накопиченням бактерій на поверхні композиту та подальшим обробленням. Вимірювання виявило наявність частинок неправильної сферичної форми, розміром від 11 до 24 нм у діаметрі, які були відокремлені одна від одної. Кульки та інші нерегулярні структури, виявлені за допомогою сканувальної електронної мікроскопії (SEM), складаються з менших структур, а просторове розділення цих частинок служить доказом існування ентоцину на їх поверхні. Порівняно з ПЕМ-картиною селену, покритого аскорбіновою кислотою, відстані між частинками були більшими. Це явище можна пояснити збільшенням довжини білкових ланцюгів, що сприяє більшому фізичному розділенню між частинками селену. Доказом зв'язування білка з селеном є наявність карбону, сульфуру та нітрогену, а також включення сірковмісних амінокислот у структуру ентоцину. Наногібридний аналіз показав зміну дзета-потенціалу SeNP з негативного значення на позитивне $-0,12$ мВ, а діаметр піку в розподілі дзета-потенціалу продемонстрував суттєве збільшення порівняно з діаметром чистих SeNP. Спостережуване зрушення свідчить про більшу схильність до позитивних значень, у такий спосіб вказуючи на помітний вплив білка на характеристики поверхні SeNP. Цей зсув викликаний впровадженням білка ентоцину на поверхню селену.

Білки містять позитивні заряди завдяки включенню в їх структуру амінних терміналів, позитивні заряди яких мають здатність взаємодіяти з початковими негативними зарядами на поверхні SeNP, викликаючи модифікацію коефіцієнта дзета-потенціалу. Білки, що демонструють складну архітектуру, мають здатність взаємодіяти з поверхнею селену таким чином, що змінюють поверхневий заряд молекул, посилюючи спостережувану зміну дзета-потенціалу. Зміна характеристик поверхні безпосередньо впливає на стабільність молекул та їх взаємодію в рідкому середовищі.

Антибактеріальну активність Ентоцину проти *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Pseudomonas aeruginosa* та

Acinetobacter baumannii оцінювали за допомогою методу дифузії в агар [9]. Середні інгібуючі зони ± 12 мм у діаметрі були виміряні для всіх досліджуваних бактерій без статистично значущої варіації.

Наногібрид виявляв найзначнішу антибактеріальну активність проти *S. aureus* із середньою зоною інгібування ± 35 мм. *P. aeruginosa*, *A. baumannii* та *S. mutans* проявляли середні зони інгібування ± 33 мм, ± 22 мм та ± 20 мм, відповідно. Антибактеріальна ефективність синтезованих наночастинок селену (SeNP) проти досліджуваних бактерій була нижчою, ніж у синтезованого наногібриду. Проти *Acinetobacter baumannii* спостережуваний ефект був більш вираженим із середнім діаметром зони інгібування ± 15 мм. Однак його вплив на інші досліджувані бактерії становив лише ± 9 мм у діаметрі. Дані літератури свідчать, що комбіновані ефекти ентоцину з SeNP були більш статистично значущими, ніж окремі ефекти кожного агента. Статистичний аналіз виявив статично значущі відмінності ($p \leq 0,01$) у впливі трьох матеріалів на ріст кожної досліджуваної бактерії. Крім того, спостерігалися статично значущі відмінності у впливі окремих SeNP і наногібридів на всі досліджувані бактерії. Значення мінімальної інгібуючої концентрації (МІК) синтезованого наногібриду вказують на те, що він виявляє бактерицидні властивості щодо досліджуваних мікроорганізмів. Показано, що мінімальна інгібуюча концентрація (МІС) проти *S. aureus*, *P. aeruginosa* та *A. baumannii* становила 31,25 мкг / мл, тоді як МІС проти *S. mutans* становила 62,5 мкг / мл. Мінімальна бактерицидна концентрація (МБК) *S. aureus*, *P. aeruginosa* та *A. baumannii* становила 62,5 мкг / мл, але МБК проти *S. mutans* становила 125 мкг / мл. Результати демонструють сильнішу антибактеріальну ефективність наногібриду як проти грамнегативних, так і проти грампозитивних бактерій. Антибактеріальні властивості бактеріоцинів роблять їх перспективними заміниками звичайних антибіотиків у боротьбі з бактеріальними захворюваннями [2]. Обмеження застосування бактеріоцинів як антибактеріальних засобів і консервантів можна пояснити багатьма критеріями, до яких належить дороговартісна природа синтезу бактеріоцинів, їх зворотний зв'язок з харчовими компонентами, зміни хімічних і фізичних характеристик під час різних етапів оброблення їжі, неадекватне відновлення традиційними методами екстракції бактеріоцинів і обмежену ефективність перевірених бактеріоцинів проти

шкідливих бактерій. Нещодавні дослідження демонструють, що шляхом оптимізації умов виробництва, комбінацій різних протимікробних агентів, методів очищення та підходів до технології перешкод можна вирішити певні минулі проблеми, пов'язані з синтезом бактеріоцину [10]. Багатоочікуваним підходом до подолання обмежень цих пептидів є використання нанотехнологій для можливого підвищення ефективності бактеріоцинів [17]. Поточне дослідження мало на меті з'ясувати потенційне використання нанотехнологій для покращення властивостей і біоактивності бактеріоцинів, а, отже, підвищення їх ефективності. Ентеролізін А, білок, який часто отримують з *Enterococcus faecalis*, був виділений із штаму *E. faecium* SMAN_Baghdad для поточного дослідження [37]. Наступний етап включав часткове очищення ентероцину (ентеролізіну А). Виділений ентероцин демонструє антибактеріальні властивості як щодо грампозитивних, так і щодо грамнегативних бактерій. Дослідження [37] свідчить, що ентеролізін А, синтезований *E. faecalis*, має антибактеріальні властивості проти грампозитивних бактерій. Крім того, дослідження [25] показало, що бактеріоцини, отримані з *E. faecium*, ефективно пригнічують проліферацію багатьох шкідливих бактерій, включаючи *S. aureus* і *P. aeruginosa*. Бактеріоцин зазнав деградації через кілька днів, що призвело до помірного підвищення ефективної концентрації, що знижувало активність бактеріоцину. Серед найдосконаліших варіантів нанотехнології мають потенціал вирішити основну частину цих проблем. На підставі висновків [31], наночастинкам притаманна чудова стабільність у біологічних рідинах, а їх велика площа поверхні посилює їх сильні антибактеріальні властивості. Враховуючи ці переваги, варто об'єднати нанопластики з інкапсуляцією бактеріоцину, щоб підвищити їх властивості [31], тому було синтезовано наногібрид, використовуючи екстрагований ентероцин, а потім проведено порівняльний аналіз біоактивних властивостей ентероцину та композицій наночастинок. Відомості про антибактеріальну активність продемонстрували підвищену антибактеріальну ефективність наногібриду порівняно з ентероцином і SeNP окремо. Сучасні результати демонструють, що ентероцин плюс SeNPs можуть мати посилений або синергетичний терапевтичний вплив. Отже, SeNPs мають потенціал для використання як додаткових агентів у клінічному лікуванні певних бактеріальних інфекційних захворювань. У такий спосіб, поточні

висновки підтверджують ідею про здатність SeNP забезпечувати значні антибактеріальні ефекти та можливість використання для підвищення ефективності сучасних антибіотиків, спрямованих на бактерії. Встановлено [51], що антибактеріальну ефективність підвищила комбінація наночастинок золота з бактеріоцинами. В окремому дослідженні об'єднання бактеріоцину (Vas10307) з кон'югатами наночастинок спричинило посилення антиоксидантних і антибактеріальних властивостей [47]. Також встановлено [35], що наночастинки, кон'юговані з убіквіцидином, продемонстрували підвищену антибактеріальну активність порівняно з наночастинами срібла або золота окремо та посилення антибактеріальної ефективності наночастинок селену, коли вони покриваються бактеріальними полісахаридами [56]. Отже, кон'югацію наночастинок з антибактеріальними хімікатами розглядають як перспективну техніку для біологічних застосувань.

Морфологічні характеристики досліджуваних бактерій аналізували за допомогою сканувальної електронної мікроскопії (SEM) як до, так і після того, як бактерії зазнали впливу наногібриду. Необроблені клітини демонстрували рясний ріст, чітко виражену морфологію та зберігали звичайну структурну цілісність. Однак, структура бактеріальної клітини зазнала значних змін після 24-годинного впливу мінімальної інгібуючої концентрації (МІК) наногібриду. Коміркові стінки демонстрували деформацію назовні, яка характеризувалася поверхневими складками та деформованими межами. Основним механізмом, за допомогою якого бактеріоцини виявляють свою дію, є стимуляція утворення пор у клітинних мембранах уразливих бактерій, що надає цим сполукам або бактеріостатичні, або бактерицидні властивості. Бактеріоцини II класу [5] пошкоджують механічну цілісність мембрани бактеріальної клітини. Ці результати підтверджують властивості бактеріоцинів класу II [15] і демонструють, що наногібриди інгібують бактерії, руйнують бактеріальну мембрану та полегшують дифузії внутрішнього вмісту. Крім того, дослідження показує, що більша кількість полісахаридів і білків розсіюється за межами клітин після їх взаємодії з SeNP. Феномен витоку білків і полісахаридів був пов'язаний зі змінами проникності мембран і деградацією клітинних стінок [8]. Внаслідок цього наногібридна синергетична дія порушила клітинну стінку, що уможливило витік внутрішніх компонентів клітини.

Антиоксидантна дія ентероцину та наногібридів. Вільний радикал – високореактивна і часто нестабільна хімічна речовина, яка має один неспарений електрон на атомній орбіталі. Вони мають здатність пошкоджувати молекули (ДНК, білки, вуглеводи та ліпіди), діють як окисники та відновники. Ці вільні радикали завдають шкоди клітинам і порушують гомеостаз, атакують найважливіші макромолекули. Вільні радикали та інші активні форми кисню (АФК) можуть надходити як із внутрішніх, так із зовнішніх джерел (метаболічна діяльність і вплив забруднення) [42], постійно утворюються як ферментативними, так і неферментативними процесами в клітинах. Численні захворювання (антеральний склероз, запальні захворювання, деякі злоякісні пухлини, старіння) пов'язані з окисним стресом. Загально визнаним є значний вплив окисного стресу на широкий спектр станів, зокрема, синдром набутого імунodefіциту, емфізему, виразку шлунка, гіпертонію, прееклампсію, неврологічні розлади (м'язова дистрофія, хвороба Паркінсона та хвороба Альцгеймера), алкоголізм, захворювання, пов'язані з курінням, різні типи раку та всі форми запалення (артрит, васкуліт, гломерулонефрит, синдром респіраторних захворювань у дорослих). Надмірний окисний стрес пов'язаний зі змінами в структурі та функціях ліпідів і білків, що може викликати їх окиснення [4]. Сполуки-антиоксиданти слугують бар'єрами для вільних радикалів. Антиоксидантну активність наногібридів оцінювали за допомогою тесту DPPH, і результати показали, що наногібриди можуть поглинати вільні радикали в більшому діапазоні, ніж ентероцин окремо. Ентероцин і наногібриди продемонстрували залежні від концентрації ефекти поглинання без DPPH при різних концентраціях у діапазоні від 20 до 100 мкг/мл. Найбільшу антиоксидантну активність виявили аскорбінова кислота (позитивний контроль), потім – наногібрид та ентероліцин-А. З іншого боку, при 100 мкг/мл здатність поглинати вільні радикали досягла 63,15 %, перевищуючи таку ентероцину (45,09 %), що було нижчим, ніж у позитивного контролю (82,81 %). Статично спостерігалися суттєві відмінності ($P \leq 0,05$) в ефектах ентероцину, наногібриду та аскорбінової кислоти у верхніх трьох концентраціях (100, 80, 60) мкг / мл, тоді як суттєвих відмінностей в ефектах ентероцину та аскорбінової кислоти не було. Наногібрид Se в концентраціях 40 і 20 мкг / мл. Крім того, були значні відмінності ($P \leq 0,05$) у здатності трьох високих концентрацій ентероцину та

наногібриду поглинати радикали; навпаки, позитивний контроль суттєво не різнився за концентрацією.

Висновки. Отже, метою роботи було дослідити літературні дані щодо виділення ентероцину (ентеролізину А) зі штаму *E. faecium SMAN_Baghdad* та синтез наногібриду для посилення біоактивності ентероцину. Наногібрид продемонстрував посилену антиоксидантну активність *in vitro* щодо вільних радикалів DPPH і кращу антибактеріальну активність щодо бактерій MDR порівняно з одним ентероцином. Таким чином, за умови, що цей нанопрепарат проходить ретельне тестування на безпеку перед його використанням, його можна буде надійно використовувати у кількох практичних контекстах, зокрема, харчовій та медичній галузях. У роботі акцентували увагу на публікаціях лише щодо *in vitro* антибактеріальної та антиоксидантної дії ентероцину та наногібридів. Для повного розуміння можливих ефектів варто проводити дослідження щодо вивчення додаткових ефектів біоактивності наногібридів як протигрибкових і протипухлинних засобів.

REFERENCES

1. Abd AL-Qadir, F.A., Al-Abdaly, B.I. (2024). Green Synthesis of Nanocomposite: Based on Eugenol and Metal Oxides. Characterization and Biomedical Applications. Baghdad Science Journal, 21 (9), pp. 2893–2893.
2. Abed, I.J., Ahmed, M.E., MH AL-Shimmary, S. (2021). Rosemary volatile oil as a preservative agent in some canned meat foods. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 52 (1).
3. Abidi, N., Abidi, N. (2021). Introduction to FTIR Microspectroscopy. FTIR Microspectroscopy: Selected Emerging Applications, pp. 1–12.
4. Ahmad, W., Singh, V., Ahmed, S., Nur-e-Alam, M. (2022). A comprehensive study on antibacterial antioxidant and photocatalytic activity of *Achyranthes aspera* mediated biosynthesized Fe₂O₃ nanoparticles. Results in Engineering, Vol. 14.
5. Ahmed, M.E., Al-Shimmary, S.M. (2018). Comparative study between Pure Bacterocin and Vancomycin on Biofilms of MRSA isolated from medical implants. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 10 (6), pp. 1476–1480.
6. Akhavan, O., Ghaderi, E., Esfandiar, A. (2011). Wrapping bacteria by graphene nanosheets for isolation from environment, reactivation by sonication, and inactivation by near-infrared irradiation. The journal of physical chemistry B, 115 (19), pp. 6279–6288.
7. Ali, Z.H., Al-Fatlawi, A.H. (2023). Efficiency of silver nano particles in removing *Escherichia coli* ATCC 25922 from drinking water distribution pipes. Results in Engineering, Vol. 17.

8. Al-Shamiri, M.M., Wang, J., Zhang, S., Li, P., Odhiambo, W.O., Chen, Y., Han, S. (2023). Probiotic *Lactobacillus* species and their biosurfactants eliminate *Acinetobacter baumannii* biofilm in various manners. *Microbiology Spectrum*, 11 (2).
9. Al-Shimmary, S.M., Al-Thwani, A.N. (2024). Synthesis of Novel Selenium Nanohybrid for Biotechnology and Risk Assessment of Multi-drug Resistance Bacteria. *Results in Engineering*.
10. Al-Shimmary, S.M., Abdulhasan, G.A., Ahmed, M.E. (2020). *Bacillus cereus* in meat products: 16S rRNA phylogenetic tree analysis and antimicrobial investigation of Nisin A, rosemary essential oil and tetracycline. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 14 (4), pp. 1816–1822.
11. Al-Thwani, A.N., Al-Shimmary, S.M. (2024). Selenium Oxide Nanoparticles and Their Antibacterial Applications. *Journal Of AL-Turath University College*, 2 (39).
12. Alzubaidy, M.W.M., Almohaidi, A.M.S., Sultan, A.A., Al-Shimmary, S.M. (2019). Virulence gene of *Pseudomonas aeruginosa* with nanoparticle. In *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing, Vol. 2123, no. 1.
13. Amani, H., Habibey, R., Shokri, F., Hajmiresmail, S.J., Akhavan, O., Mashaghi, A., Pazoiki-Toroudi, H. (2019). Selenium nanoparticles for targeted stroke therapy through modulation of inflammatory and metabolic signaling. *Scientific reports*, 9 (1), 6044 p.
14. Awadelkareem, A.M., Al-Shammari, E., Elkhalfifa, A.O., Adnan, M., Siddiqui, A.J., Patel, M., Ashraf, S.A. (2022). Biosynthesized silver nanoparticles from *eruca sativa miller* leaf extract exhibits antibacterial, antioxidant, anti-quorum-sensing, anti-biofilm, and anti-metastatic activities. *Antibiotics*, 11 (7), 853 p.
15. Bafghi, M.H., Ghanipour, F., Nazari, R., Aghaei, S.S., Jafari, P. (2024). Enhancing the Antibacterial Impact of Lipopeptide Extracted from *Bacillus licheniformis* as a Probiotic against MDR *Acinetobacter baumannii*. *Frontiers in Bioscience-Landmark*, 29 (5), 171 p.
16. Bityutskii, V., Oleshko, O., Tsekhmistrenko, S., Melnychenko, O., Tsekhmistrenko O.M., Shulko, O.Y. (2021). The Influence of Various Forms of Selenium on Redox Processes. *Gene Expression of Selenoproteins, Antioxidant Status in Biological Objects*. (In Ukrainian).
17. Bradshaw, J.P. (2003). Cationic antimicrobial peptides: issues for potential clinical use. *BioDrugs*, 17, pp. 233–240.
18. Cavalu, S., Antoniac, I. V., Fritea, L., Mates, I. M., Milea, C., Laslo, V., Mohan, A. (2018). Surface modifications of the titanium mesh for cranio-plasty using selenium nanoparticles coating. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 32 (22), pp. 2509–2522.
19. Du, R., Ping, W., Ge, J. (2022). Purification, characterization and mechanism of action of enterocin HDX-2, a novel class IIa bacteriocin produced by *Enterococcus faecium* HDX-2. *Lwt*, Vol. 153.
20. E. Khaledizade, E., Tafvizi, F., Jafari, P. (2024). Anti-breast cancer activity of biosynthesized selenium nanoparticles using *Bacillus coagulans* supernatant. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 82.
21. ElLateefGharib, F.A., Zeid, I.M., Ghazi, S.M., Ahmed, E.Z. (2019). The response of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) plants to foliar application of sodium selenate and selenium nanoparticles (SeNPs). *J. Nanomater. Mol. Nanotechnol.*, (4).
22. El-Deeb, B., Al-Talhi, A., Mostafa, N., Abou-assy, R. (2018). Biological synthesis and structural characterization of selenium nanoparticles and assessment of their antimicrobial properties. *Am. Sci. Res. J. Eng. Technol. Sci.*, 45(1), pp. 135–170.
23. Elshikh, M., Ahmed, S., Funston, S., Dunlop, P., McGaw, M., Marchant, R., Banat, I. M. (2016). Resazurin-based 96-well plate microdilution method for the determination of minimum inhibitory concentration of biosurfactants. *Biotechnology letters*, 38, pp. 1015–1019.
24. Gallagher, W. (2009). FTIR analysis of protein structure. *Course manual Chem*, 455 p.
25. Garcia-Vela, S., Guay, L.D., Rahman, M.R.T., Biron, E., Torres, C., Fliss, I. (2024). Antimicrobial activity of synthetic enterocins A, B, P, SEK4, and L50, alone and in combinations, against *Clostridium perfringens*. *International Journal of Molecular Sciences*, 25 (3), 1597 p.
26. Gbassi, G.K., Yolou, F.S., Sarr, S.O., Ateba, P.G., Amin, C.N., Ake, M. (2012). Whey proteins analysis in aqueous medium and in artificial gastric and intestinal fluids. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(4), pp. 1828–1837.
27. Glassford, S.E., Byrne, B., Kazarian, S.G. (2013). Recent applications of ATR FTIR spectroscopy and imaging to proteins. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics*. 1834 (12), pp. 2849–2858.
28. K. Kalishwaralal, K., Jeyabharathi, S., Sundar, K., & Muthukumar, A. (2016). A novel one-pot green synthesis of selenium nanoparticles and evaluation of its toxicity in zebrafish embryos. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*. 44 (2), pp. 471–477.
29. Kadhim, Z. H., Ahmed, M. E., Şimşek, I. (2023). Biologically synthesized Copper Nanoparticles from *S. epidermidis* on re-sistant *S. aureus* and cytotoxic assay. *Bionatura*, 8, pp. 1–12.
30. Keshtmand, Z., Khademian, E., Jafroodi, P. P., Abtahi, M. S., Yarak, M. T. (2023). Green synthesis of selenium nanoparticles using *Artemisia chamaemelifolia*: toxicity effects through regulation of gene expression for cancer cells and bacteria. *Nano-Structures & Nano-Objects*, 36.
31. Lazzari, S., Moscatelli, D., Codari, F., Salmona, M., Morbidelli, M., Diomede, L. (2012). Colloidal stability of polymeric nanoparticles in biological fluids. *Journal of nanoparticle research*, 14, pp. 1–10.
32. Mahesh, B. (2023). A comprehensive review on current trends in greener and sustainable synthesis

of ferrite nanoparticles and their promising applications. *Results in Engineering*, 101702.

33. Moghaddam, N.A., Eskandari, A., Khodadadi, B., Hafezi, Y., Paduvilan, J. K., Yaraki, M.T. (2024). Green synthesis of bimetallic AgZnO Nanoparticles: Synergistic anticancer effects through regulation of gene expression for lung cancer treatment. *Results in Engineering*, 102329.

34. Moradi, S., Akhavan, O., Tayyebi, A., Rahighi, R., Mohammadzadeh, M., Rad, H.S. (2015). Magnetite/dextran-functionalized graphene oxide nanosheets for in vivo positive contrast magnetic resonance imaging. *RSC Advances*, 5 (59), pp. 47529–47537.

35. Morales-Avila, E., Ferro-Flores, G., Ocampo-García, B.E., López-Téllez, G., López-Ortega, J., Rogel-Ayala, D.G., Sánchez-Padilla, D. (2017). Antibacterial efficacy of gold and silver nanoparticles functionalized with the ubiquicidin (29–41) antimicrobial peptide. *Journal of Nanomaterials*, 2017 (1).

36. Morens, D.M., Folkers, G.K., Fauci, A.S. (2008). Emerging infections: a perpetual challenge. *The Lancet infectious diseases*, 8 (11), pp. 710–719.

37. Nilsen, T., Nes, I.F., Holo, H. (2003). Enterolysin A, a cell wall-degrading bacteriocin from *Enterococcus faecalis* LMG 2333. *Applied and environmental microbiology*. 69 (5), pp. 2975–2984.

38. Patel, M., Siddiqui, A. J., Hamadou, W. S., Surti, M., Awadelkareem, A. M., Ashraf, S. A., Adnan, M. (2021). Inhibition of bacterial adhesion and antibiofilm activities of a glycolipid biosurfactant from *Lactobacillus rhamnosus* with its physicochemical and functional properties. *Antibiotics*, 10 (12), 1546 p.

39. Qiao, X., Du, R., Wang, Y.U., Han, Y.E., Zhou, Z. (2020). Purification, characterization and mode of action of enterocin, a novel bacteriocin produced by *Enterococcus faecium* TJUQ1. *International Journal of Biological Macromolecules*, 144, pp. 151–159.

40. Rabiee, N., Ahmadi, S., Akhavan, O., Luque, R. (2022). Silver and gold nanoparticles for antimicrobial purposes against multi-drug resistance bacteria. *Materials*, 15 (5), 1799 p.

41. Rabiee, N., Akhavan, O., Fatahi, Y., Ghadiri, A.M., Kiani, M., Makvandi, P., Lima, E.C. (2022). CaZnO-based nanoghosts for the detection of ssDNA, pCRISPR and recombinant SARS-CoV-2 spike antigen and targeted delivery of doxorubicin. *Chemosphere*, 306.

42. Revathy, R., Sajini, T., Augustine, C., Joseph, N. (2023). Iron-based magnetic nanomaterials: sustainable approaches of synthesis and applications. *Results in Engineering*, 18.

43. Rochín-Medina, J.J., Ramírez-Medina, H.K., Rangel-Peraza, J.G., Pineda-Hidalgo, K.V., Iribe-Arellano, P. (2018). Use of whey as a culture medium for *Bacillus clausii* for the production of protein hydrolysates with antimicrobial and antioxidant activity. *Food Science and Technology International*. 24 (1), pp. 35–42.

44. Saadati, M., Akhavan, O., Fazli, H., Nemati, S., Baharvand, H. (2023). Controlled differentiation of

human neural progenitor cells on molybdenum disulfide/graphene oxide heterojunction scaffolds by photostimulation. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 15 (3), pp. 3713–3730.

45. Senthamarai, M.D., Hillary, V.E., Rajan, M.R., Ceasar, S.A. (2024). Biosynthesis of selenium nanoparticles and its biological applications: A systematic review. *Nano-Structures & Nano-Objects*, 39.

46. Shakibaie, M., Forootanfar, H., Golkari, Y., Mohammadi-Khorsand, T., & Shakibaie, M. R. (2015). Anti-biofilm activity of biogenic selenium nanoparticles and selenium dioxide against clinical isolates of *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Proteus mirabilis*. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 29, pp. 235–241.

47. Siddiqui, A.J., Patel, M., Adnan, M., Jahan, S., Saxena, J., Alshahrani, M. M., Ouhtit, A. (2023). Bacteriocin-nanoconjugates (Bac10307-AgNPs) biosynthesized from *Lactobacillus acidophilus*-derived bacteriocins exhibit enhanced and promising biological activities. *Pharmaceutics*, 15 (2), 403 p.

48. Skalickova, S., Milosavljevic, V., Cihalova, K., Horoky, P., Richtera, L., Adam, V. (2017). Selenium nanoparticles as a nutritional supplement. *Nutrition*, 33, pp. 83–90.

49. Stefanescu, R., Brebu, S., Matei, M., Risca, I.M., Surleva, A., Drochioiu, G. (2017). Contribution to casein determination by UV spectrophotometry. *Acta Chem. Iasi*, 25, pp. 112–126.

50. Sulthana, R., Archer, A.C. (2021). Bacteriocin nanoconjugates: Boon to medical and food industry. *Journal of Applied Microbiology*, 131 (3), pp. 1056–1071.

51. Thirumurugan, A., Ramachandran, S., Shiamaala Gowri, A.J.I.F.R.J. (2013). Combined effect of bacteriocin with gold nanoparticles against food spoiling bacteria—an approach for food packaging material preparation. *International Food Research Journal*, 20 (4).

52. Tiwari, R., Gupta, R.P., Singh, V.K., Kumar, A., Rajneesh, Madhukar, P., Kumar, R. (2023). Nanotechnology-based strategies in parasitic disease management: from prevention to diagnosis and treatment. *ACS omega*, 8 (45), pp. 42014–42027.

53. Tsekhmistrenko, O., Bityutskii, V., Tsekhmistrenko, S. (2020). Biological and physiological role and using of selenium compounds in livestock and poultry. (In Ukrainian).

54. Tymoshok, N.O., Demchenko, O.A., Bityutskyy, V.S., Tsekhmistrenko, S. I., Kharchuk, M.S., Tsekhmistrenko, O.S. (2023). Bionanotechnology of Selenite Ions Recovery into Nanoselenium by Probiotic Strains of *Lactobacteria* and Tolerance of *Lactobacteria* to Sodium Selenite. *Microbiological Journal*, 85 (4), pp. 9–20. (In Ukrainian).

55. Vahdati, M., Tohidi Moghadam, T. (2020). Synthesis and characterization of selenium nanoparticles-lysozyme nanohybrid system with synergistic antibacterial properties. *Scientific reports*, 10 (1), 510 p.

56. Xie, M., Gao, M., Yun, Y., Malmsten, M., Rotello, V.M., Zboril, R., Li, R. (2023). Antibacterial nanomaterials: mechanisms, impacts on antimicrobi-

al resistance and design principles. *Angewandte Chemie International Edition*, 62 (17).

57. Tsekhmistrenko, O., Bityutskyi, V., Tsekhmistrenko, S., Kharchyshyn, V. (2020). Use of selenium nanoparticles synthesized using "green" technologies in quail feeding. European dimensions of sustainable development. (In Ukrainian).

58. Tsekhmistrenko, S.I., Bityutsky, V.S., Tsekhmistrenko, O.S., Demchenko, O.A., Tymoshok, N.O., Melnychenko, O.M. (2022). Environmental biotechnology of "green" synthesis of metal nanoparticles, metal oxides, metalloids and their use. (In Ukrainian).

The synthesis of new biotechnological selenium nanohybrids and risk assessment of bacteria with multi-resistance

Tsekhmistrenko O.

The prevalence of antibiotic resistance is a significant medical and veterinary problem, as bacteria rapidly develop adaptive mechanisms to counteract the effects of conventional drugs. Excessive exposure to antibiotics and the development of resistance mechanisms to antibacterial agents have provoked the spread of antibiotic-resistant bacteria. Significant efforts are currently being made to counteract the proliferation of resistant strains by identifying bacteria capable of synthesising antibiotics, discovering new chemical variations in their formulations, and combining natural antibiotics with previously unknown natural sources of antibiotics. Bacteriocins of lactic acid bacteria, peptides or proteins with antibacterial properties, are attracting considerable attention. Selenium is a vital trace element for maintaining health and promoting growth that can be used synergistically with oral antibiotic therapy and as an important component of the diet, and selenium nanoparticles

(SeNPs) have antioxidant, antitumor, antibacterial properties and significant antibacterial efficacy. Thus, the aim of the study was to investigate the literature data on methods of extraction and purification of enterocin, chemical synthesis of selenium nanohybrids, their characterization using various methods, and assessment of their biological activity.

The analysis of literature data confirmed the production of selenium in its chemically pure state. The negative value of the zeta potential of Se nanoparticles was demonstrated, which contributes to their electrical stability and ability to be uniformly distributed in solutions without the formation of aggregates or precipitates. The formation of nanohybrids after the addition of protein shows a tendency to positive values, indicating a significant effect of protein on the surface characteristics of SeNPs.

The antibacterial activity of enterocin was studied. It was established that the effectiveness of synthesized selenium nanoparticles (SeNP) against the studied bacteria was lower than that of the synthesized nanohybrid. The study of the antioxidant activity of nanohybrids showed that nanohybrids can absorb free radicals in a larger range than enterocin alone.

Thus, the literature data illustrate the enhanced antioxidant activity of the nanohybrid *in vitro* and better antibacterial activity against MDR bacteria compared to enterocin alone, which indicates the possibility of its use in various industries, in particular in the food and medical industries. The article studied publications only on the *in vitro* antibacterial and antioxidant effects of enterocin and nanohybrids. At the same time, there is a need for research to study additional effects of the bioactivity of nanohybrids as antifungal and antitumor agents.

Key words: Selenium nanoparticles, bacteria, antibacterial activity, antioxidant, bacteriocins



Copyright: Цехмістренко О.С. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Цехмістренко О.С.


<https://orcid.org/0000-0003-0509-4627>

БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

УДК 631.147:63.002.68

Оптимізація технологічного процесу фермерської біогазової установкиСенчук М.М. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Сенчук М.М. E-mail: m.m.senchuk@gmail.com

Сенчук М.М. Оптимізація технологічного процесу фермерської біогазової установки. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 68–78.

Senchuk M. Optimization of the technological process of the farm biogas plant. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 68–78.

Рукопис отримано: 21.10.2024 р.

Прийнято: 04.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-68-78

Біомаса вважається одним з найперспективніших альтернативних джерел енергії сучасності.

Ефективним методом очищення і перероблення будь-яких тваринницьких ферм є метанове бродіння з отриманням біогазу. Водночас вирішується і питання охорони навколишнього середовища. Біогазова технологія дозволяє прискореними методами отримати за допомогою анаеробного бродіння натуральне біодобриво, яке містить біологічно активні речовини.

Питання використання метанового бродіння є актуальним. Тому метою дослідження є визначення оптимальної тривалості бродіння гною в біореакторі фермерської установки.

Для дослідження було використано біогазову установку фермерського типу із загальним об'ємом реактора – 51,3 м³, де об'єм рідкого, гною в реакторі – 40,8 м³. Дослідження процесу роботи біореактора проводилося за 4 режимами роботи: I режим роботи: доза завантаження – 2,5 м³/добу, тривалість бродіння – 16 діб; II – 4 м³/добу, – 10; III – 5,5 м³/добу, – 7; IV – 7 м³/добу, – 6. Для всіх режимів роботи: температура бродіння – 32 °С; надлишковий тиск біогазу в реакторі – 0,005 МПа; кратність завантаження – 1 раз / добу.

За результатами досліджень отримано наступні показники якості виконання технологічного процесу для 4 режимів роботи: I – вихід біогазу – 16 м³/добу, максимально можливий вихід біогазу (теоретичний) – 20,4 м³/добу, питомий вихід біогазу з одиниці об'єму завантаженої маси – 6,4 м³/м³; II – вихід біогазу – 28,5 м³/добу, максимально можливий вихід – 36,7 м³/добу, питомий вихід – 7,1 м³/м³; III – вихід біогазу – 34,5 м³/добу, максимально можливий вихід – 42,3 м³/добу, питомий вихід – 6,3 м³/м³; IV – вихід біогазу – 35,5 м³/добу, максимально можливий – 44,5 м³/добу, питомий вихід – 5,1 м³/м³.

Визначено залежність виходу біогазу від дози сухої органічної речовини (СОР) завантаження біореактора: I режим роботи: добова доза завантаження – 1,75 кг СОР/м³ реактора, фактичний вихід біогазу – 0,22 м³/кг СОР, максимально можливий вихід біогазу (теоретичний) – 0,28 м³/кг СОР; II: добова доза завантаження – 3,19 кг СОР/м³, фактичний вихід біогазу – 0,21 м³/кг СОР, максимально можливий вихід – 0,27 м³/кг СОР; III: добова доза завантаження – 4,18 кг СОР/м³ реактора, фактичний вихід біогазу – 0,19 м³/кг СОР, максимально можливий вихід – 0,23 м³/кг СОР; IV: добова доза завантаження – 5,95 кг СОР/м³ реактора, фактичний вихід біогазу – 0,15 м³/кг СОР, максимально можливий вихід – 0,19 м³/кг СОР.

Отримані дані добового виходу біогазу за чотирима досліджуваними режимами завантаження свідчать, що за цієї

характеристики гною, завантаженого в реактор, більш ефективна робота установки забезпечується за добових доз завантаження 10–13 % від об'єму сировини в біореакторі за добового завантаження реактора 4,0–5,5 м³ з тривалістю бродіння 10–7 діб.

На практиці тривалість бродіння вибирають залежно від температури: при 25–40 °С (32 °С) за інтервалів від 10 до 20 діб.

Результати дослідження дають змогу рекомендувати, за температури 32 °С скоротити тривалість бродіння з 10–20 діб до 7–10 діб, що збільшує продуктивність біогазової установки за масою зброженого гною.

Ключові слова: біогазова установка, біореактор, біогаз, біодобрива, відходи ферми, біомаса, метанове бродіння.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Сучасні масштаби тваринництва настільки великі, що накопичення відходів тваринницьких ферм загрожує їх існуванню.

Проблеми ефективного використання та управління відходами розглядалися у роботах таких дослідників: Г. Гелетука [1]; І. Гончарук [2]; Г. Калетнік [3, 4, 5]; Д. Токарчук [6]; О. Ходаківська [7]; О. Шпикуляк [8] та ін.

Одним із найбільш ефективних методів очищення і перероблення будь-яких тваринницьких ферм є метанове бродіння. Водночас вирішується і питання охорони навколишнього середовища. Тому питання використання метанового бродіння актуальне для всіх країн, незалежно від їх енергозабезпечення. Зарубіжні вчені N. Pierro, A. Giuliano, A. Giocoli, D. Barletta, I. De Bari [9] здійснили техніко-економічний аналіз секції модернізації біогазової установки для перетворення CO² на біометан. Вітчизняні науковці І. В. Гончарук і В. Ю. Вовк [10] дослідили потенціал виробництва біометану з агробіомаси в Україні; Г. М. Калетнік і Д. М. Токарчук [11] обґрунтували варіанти вирощування і подальшого використання енергетичних культур у ролі палива; І. М. Купчук, Я. В. Гончарук і Ю. С. Присяжнюк [12] запропонували вирішення завдань щодо підвищення рівня автономізації переробних підприємств за рахунок біогазового комплексу; Г. Трипольська [13] доводить необхідність державної підтримки для виробництва біометану в Україні; Г. Г. Гелетука та інші [1; 14] розкривають перспективи виробництва біометану в Україні як альтернативу природному газу.

Перероблення відходів від чотирьох корів дає змогу отримати біогаз в кількості, достатній для потреб однієї сім'ї.

Переваги використання індивідуальних біогазових установок у сільській місцевості незаперечні, що підтверджується досвідом

країн, які активно впроваджують біогазові технології (Індія, Данія, Австрія, Швеція, Німеччина, Чехія та ін.). [3].

Н. В. Пришляк зазначає, що для вироблення біогазу встановлено понад 30 млн індивідуальних біогазових установок, які виробляють понад 20 млрд м³ біогазу на рік, в Індії – понад 4 млн біогазових установок, у Німеччині – 11 тис. (здебільшого на фермах з утримання свиней та ВРХ). Також значного поширення біогазові технології набули в Голландії, Канаді. Виробництво біогазу домогосподарствами дасть змогу зменшити споживання або відмовитися від природного газу, на який припадає вагома частка у вартості житлово-комунальних послуг. Зекономлені кошти можна буде спрямувати на задоволення інших потреб домогосподарств. Отже, економічні переваги полягають у тому, що біогазові технології дадуть змогу зменшити витрати домогосподарств завдяки енергетичній автономії. Вартість виготовлення біогазової установки різниться залежно від обраних матеріалів і встановленої потужності. У країнах, де індивідуальні біогазові установки набули значного поширення, для будівництва реакторів застосовують цеглу, бетон, пластик, армоване волокно. Варто зауважити, що такого поширення у цих країнах біогазові установки набули завдяки державним дотаціям на спорудження [15,16].

Отже, до позитивних аспектів впровадження біогазових технологій можна віднести як економіко-екологічні, так і соціальні аспекти: утилізацію відходів тваринництва і рослинництва, знезараження відходів, зростання тривалості життя населення, скорочення витрат на лікарські засоби і лікування кишкових захворювань, виробництво екологічно чистих органічних добрив, енергозабезпечення сільських територій, зайнятість населення, розвиток тваринництва, економію коштів на газифікацію села [3].

Сьогодні ціна природного газу в Україні з доставкою до споживача становить приблизно 275 €/1000 куб. м, і, як відомо, вона постійно зростає. Ціна на біогаз в перерахунку на енергетичну цінність становить лише 150 €/1000 куб. м, тому альтернативою створення газопроводів може стати встановлення біогазових установок [17].

Біогазова технологія дає змогу прискореними методами отримати за допомогою анаеробного бродіння натуральне біодобриво, яке вміщує речовини, біологічно активні на мікроелементи.

В.Д. Гуцюляк зазначає, що основною перевагою біодобрива порівняно із традиційними добривами, є форма, доступність і збалансованість всіх елементів живлення, високий рівень гуміфікації органічної речовини і, як наслідок, врожайність підвищується на 30–40 % [18].

Після біогазової установки добрива можна використовувати одразу, адже маса, що перебродила, – це готові екологічно чисті рідкі або після сепарування тверді біодобрива (гумус) без нітратів, насіння бур'янів та патогенної мікрофлори. У звичайному гною мінералізація становить майже 40 % і мінерали зв'язані з органікою, тому засвоюються рослинами гірше, а в перебродженій масі мінералізація становить 60 % і мінерали переходять у форму, доступну для рослин.

Вартість твердих біодобрив такої якості в Україні в середньому становить 0,075 €/кг, тобто, 75 €/т, а ціна на рідкий біогумус – 3 €/куб. м. [19].

В умовах зростального дефіциту палива в сільській місцевості, складнощів центрального забезпечення газом окремих районів, є очевидним використання фермерських біогазових установок.

Метою дослідження є визначення оптимальної тривалості бродіння гною в біореакторі фермерської установки.

Матеріал і методи дослідження. Біогазова установка для сімейної ферми складається з вузла підготовки і подачі відходів на бродіння, реактора для бродіння відходів з вузлом видалення продуктів і газгольдера.

Конструктивну схему біогазової установки представлено на рисунку 1.

Корпус реактора виготовлено із металевих листів, з'єднаних за допомогою зварювальних з'єднань, і має форму паралелепіпеда, який звужується до основи. Знизу до корпусу реактора прикріплено короб (2), у якому розміщено скребковий транспортер (3). Короб транспортера складається із двох частин: горизонтальної і похилої. Привід транспортера (4) запускається від мотор-редуктора через редуктор і ланцюгову передачу. Транспортер призначений для вивантаження і реактора осаду, який утворюється під час бродіння.

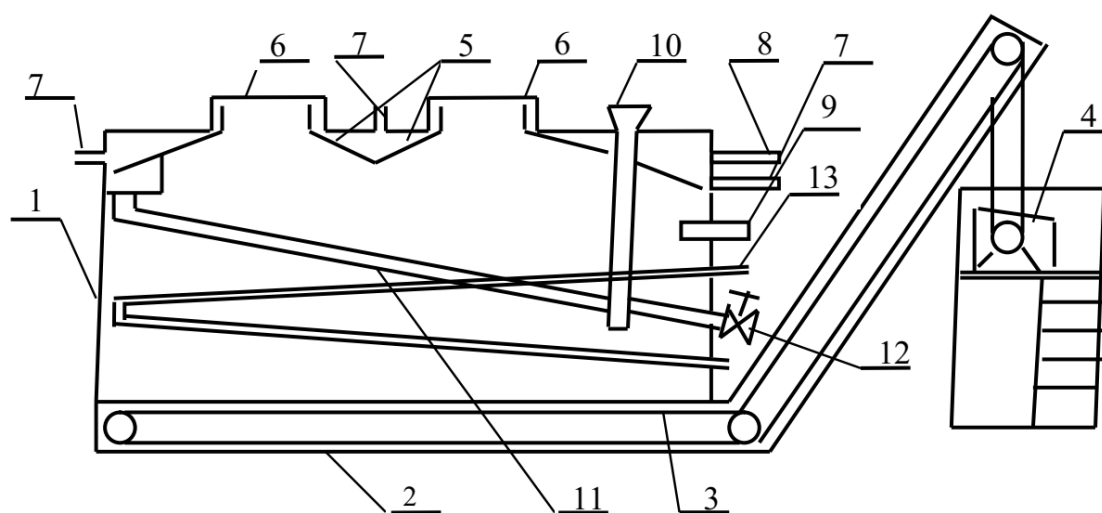


Рис. 1. Конструктивна схема біогазової установки:

1 – корпус реактора; 2 – короб транспортера; 3 – скребковий транспортер; 4 – привод транспортера; 5 – пірамідальне перекриття реактора; 6 – газовий ковпак; 7 – патрубок для відбору біогазу; 8 – пристрій для підключення манометра; 9 – пристрій для установки термометра; 10 – завантажувальна горловина; 11 – труба для видалення рідкої фракції; 12 – засувка; 13 – теплообмінник.

Всередині реактор розділено за допомогою перекриття пірамідальної форми (5) на дві частини: одна для бродіння відходів, друга – для біогазу, який виділяється. Газові ковпаки і пірамідальна форма перекриття дозволяють зруйнувати кірку, що утворюється на поверхні маси через підвищення рівня гною під час завантаження, і захищає газову порожнину від потрапляння гною. У верхній частині корпусу реактора є три патрубки для відбирання біогазу (7). Крім цього, є пристрої для встановлення приладів, які контролюють тиск газу (8), і температуру маси, що зброджується (9).

Гній поміщається у завантажувальну горловину (10), в якій встановлено захисну сітку.

Рідка зброджена маса відбирається із верхньої частини і по трубопроводу (11), який встановлено всередині реактора, за допомогою засувки (12) видаляється у відстійник.

У реакторі, всередині бокових стінок, встановлено два теплообмінники (13) для нагрівання маси гарячою водою, яка протікає по трубах.

Технічні характеристики експериментальної установки представлено в таблиці 1.

Умови проведення досліджень.

Умови досліджень подано в таблиці 2.

Технологічну схему роботи біореактора приведено на рисунку 2.

Корпус реактора виготовлено із металевих листів. Перед першим запуском установки була проведена перевірка працездатності вузлів підготовки і подачі відходів і вузла

вивантаження відходів з реактора. Реактор був заповнений до робочої мітки попередньо підігрітими до 35 °C відходами гною до пірамідальної форми перекриття реактора. Вміст реактора при температурі 31–33 °C витримували до появи біогазу з вмістом метану не менше 50 %. Згодом проводили щоденне завантаження реактора. Завантаження проводили в один і той же час доби. Відповідно, об’єм одноразового завантаження біореактора дорівнював об’єму тогочасного вивантаження відходів.

Послідовність операцій така: на початку завантаження частини вихідних відходів – завантаження до моменту переливання відходів через край приймальної горловини, далі – часткове вивантаження осаду із реактора з допомогою скребкового транспортера, потім завантажуються решта вихідних відходів, згодом випускається рідка фракція зброджених відходів до пониження їх рівня в реакторі до позначки низу пірамідальної частини перекриття реактора. Періодичність завантаження – 24 години.

До початку утворення біогазу з вмістом метану не менш як 50 % випускання його із реактора здійснюється в атмосферу, минуючи газгольдер; а потім – до газгольдера.

Постійність температури відходів у реакторі підтримується за допомогою теплообмінника, в якому теплоносієм є гаряча вода. Температура відходів підтримується автоматично.

План експериментальних досліджень представлено в таблиці 3.

Таблиця 1 – Технічні характеристики експериментальної установки

№ п/п	Показники	Значення
1.	Добова продуктивність установки, м ³ :	
	- Вихідний матеріал – гній - З отриманого біогазу	4,0 – 5,5 28,5 – 34,0
2.	Температура метанового бродіння, °C	31 - 33
3.	Об’єм реактора, м ³ : - Повний - За рідким гноем (відходах)	51,3 40,8
4.	Встановлена потужність, кВт	1,6
5.	Габаритні розміри реактора, мм: - Довжина - Ширина - висота	15600 3450 3800
6.	Чисельність обслуговуючого персоналу, осіб	1
7.	Вага реактора, кг	10500

Таблиця 2 – Умови проведення випробувань

№ п/п	Показники	Значення
1.	Характеристика тваринницького комплексу: - спеціалізація - тип годівлі тварин - спосіб утримання тварин - вид тварин - кількість голів - середньодобовий вихід гною, м ³	Виробництво молока Силосно-сінажний Комбінований Корови 780 70–85
2.	Характеристика гною, що надходить до реактора: - вологість, % - рН - щільність, кг/м ³ - вміст органічних речовин в асв, % - вміст зважених речовин, мг/л - середньозважений розмір частин, мм - вміст азоту, %: аміачного загального - вміст фосфору, % - вміст калію, % - вміст водню, % - відношення С : N - вміст летких жирних кислот, мг/л	95,6–96,4 7,3–7,9 1009–1033 73,9–78,8 24600–68800 1,52–3,90 0,05–0,07 0,08–0,12 0,09–0,10 0,13–0,15 0,88–1,07 9,8–13,4 1080–2260
3.	Характеристика умов навколишнього середовища: - температура повітря, °С - відносна вологість повітря, %	18–30 70–85

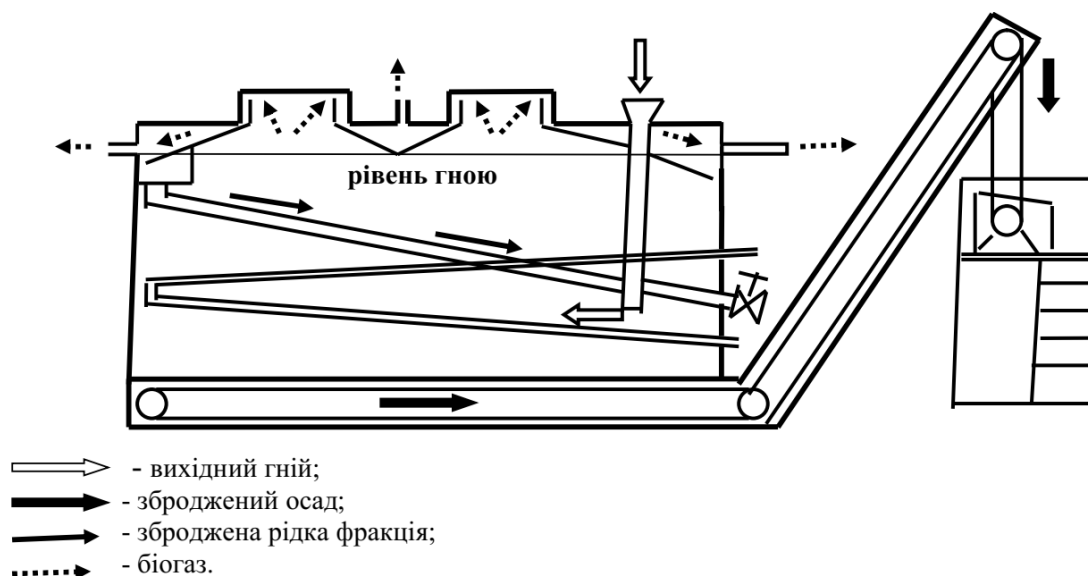


Рис. 2. Технологічна схема мікробіологічного реактора.

Таблиця 3 – Планові показники для проведення дослідження біореактора

№ п/п	Показники	Значення			
		I	II	III	IV
1.	Режим роботи установки:	I	II	III	IV
2.	Доза завантаження, м ³ / добу	2,5	4,0	5,5	7,0
3.	Температура бродіння, °С	32±1	32±1	32±1	32±1
4.	Надлишковий тиск біогазу в реакторі, МПа	0,005	0,005	0,005	0,005
5.	Кратність завантаження, разів / добу	1	1	1	1
6.	Тривалість бродіння, діб	16	10	7	6

Методика виконання розрахунку.

Максимально можливий (теоретичний) вихід біогазу розраховується за формулою:

$$Q_{\text{б}} = M \cdot \frac{100 - w}{100} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot q, \text{ м}^3,$$

де М – маса завантаженого гною, кг;

w – вологість гною, %;

K_1 – частка органічної речовини в абсолютно сухій речовині гною;

K_2 – частка розкладання органічної речовини в процесі бродіння;

q – теоретичний вихід біогазу з 1 кг органічної речовини, м³/кг; q = 0,8 (20).

Результати дослідження та обговорення.

Показники якості роботи біореактора наведено в таблиці 4.

На рисунку 3 і в таблиці 5 за результатами досліджень представлено залежності фактичного виходу біогазу від добового завантаження біореактора $Q_{\text{б}} = f_1(D)$ і максимально можливого (за тих самих умов) виходу біогазу від добового завантаження біореактора $Q_{\text{б теор}} = f_2(D)$. Доза завантаження представлена в процентах до повного об'єму сировини в реакторі (40,8 м³).

Таблиця 4 – Показники якості роботи біореактора

№ п/п	Показники	Значення			
		I	II	III	IV
1.	Режим роботи установки:				
2.	Показники якості виконання технологічного процесу:				
	Продуктивність за вихідним гноєм, м ³ / добу	2,5	4,0	5,5	7,0
	Вихід біогазу, м ³ / добу	16,0	28,5	34,5	35,5
	Питомий вихід біогазу з одиниці об'єму завантаженої маси, м ³ / м ³	6,4	7,1	6,3	5,1
3.	Кількість гною після анаеробного бродіння Рідка фракція:				
	- вологість, %	98,3	97,9	97,7	97,5
	- рН	7,3	7,6	7,6	7,4
	- щільність, кг / м ³	1030	1018	1016	1004
	- вміст органічних речовин в асв, %	69,8	70,8	69,8	68,1
	- вміст зважених речовин, мг / л	16120	37660	56680	27030
	- середньозважений розмір частин, мм	1,59	2,10	1,29	2,76
	- вміст азоту, % :				
	загального	0,05	0,07	0,07	0,06
	аміачного	0,07	0,07	0,06	0,06
	- вміст фосфору, %	0,03	0,09	0,08	0,09
	- вміст калію, %	0,10	0,10	0,12	0,13
	- вміст водню, %	0,34	0,44	0,50	0,48
	- вміст летких жирних кислот, мг / л	680	1085	1610	825
	Осад:				
	- вологість, %	88,4	87,8	87,8	88,0
	- рН	7,6	8,0	8,1	7,8
	- щільність, кг / м ³	1525	1520	1533	1539
	- вміст органічних речовин в асв, %	70,1	71,1	69,2	68,4
	- вміст азоту, % :				
	загального	0,10	0,11	0,13	0,16
	аміачного	0,08	0,08	0,07	0,06
	- вміст фосфору, %	0,18	0,15	0,13	0,13
	- вміст калію, %	0,15	0,14	0,15	0,10
	- вміст водню, %	2,97	2,44	2,61	2,27
4.	Склад біогазу, %				
	- метан	61,4	59,8	57,6	55,1
	- вуглекислий газ	38,4	39,9	42,1	45,0

На рисунку 4 і в таблиці 6 приведено результати тих залежностей. Значення виходу біогазу перераховано на кілограм сухої органічної речовини (кг СОР), яка надходить у реактор під час завантаження, дозу завантаження представлено за вмістом органічної речовини, яка надходить на 1 м³ об'єму сировини реактора.

Фактичний вихід біогазу за різних режимів бродіння (рис. 3) становив 77,7–81,6 % від максимально можливого (розрахункового). Це зменшення обумовлено, ймовірно, властивостями завантаженого гною (його свіжістю, складом органічної речовини, співвідношенням вуглецю та азоту).

Результати досліджень свідчать, що за малої добової дози завантаження питомий

вихід біогазу з одиниці маси завантаженої сухої органічної речовини (рис. 4) вищий за рахунок збільшення тривалості перебігу процесу бродіння і, відповідно, підвищення ступеня розкладання органічної речовини (від 24,1 % за дози завантаження 7,0 м³/добу до 35,0 % за дози завантаження біореактора 2,5 м³/добу).

Отже, ефективнішу роботу реактора спостерігали за дози завантаження в межах від 4,0 до 5,5 м³ гною на добу з тривалістю бродіння 7–10 діб.

На практиці тривалість бродіння вибирають залежно від температури за наступних інтервалів: при 10–25 °С – 30 діб. За 25–40 °С – від 10 до 20 діб, за 45–60 °С – від 8 до 4 діб [20].

Таблиця 5 – Залежність виходу біогазу від дози завантаження біореактора

Режим роботи реактора	I	II	III	IV
Добова доза завантаження, D, %	6,1	9,8	13,5	17,2
Фіктивний вихід біогазу, Q _б , м ³ /доб.	16,0	28,5	34,5	35,5
Максимально можливий вихід біогазу, Q _{б теор} , м ³ /доб.	20,4	36,7	42,3	44,5

Таблиця 6 – Залежність виходу біогазу від дози сухої органічної речовини (СОР) завантаження біореактора

Режим роботи реактора	I	II	III	IV
Добова доза завантаження, D, кг СОР/м ³ реактора	1,75	3,19	4,18	5,95
Фактичний вихід біогазу, Q _б , м ³ /кг СОР	0,22	0,21	0,19	0,15
Максимально можливий вихід біогазу, Q _{б теор} , м ³ /кг СОР	0,28	0,27	0,23	0,19

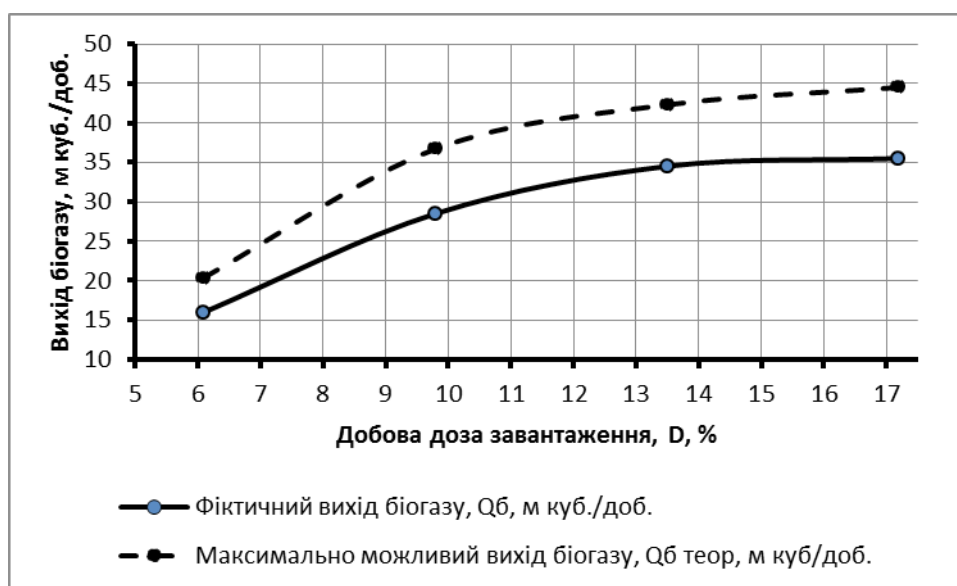


Рис. 3. Залежність виходу біогазу від добового завантаження реактора.

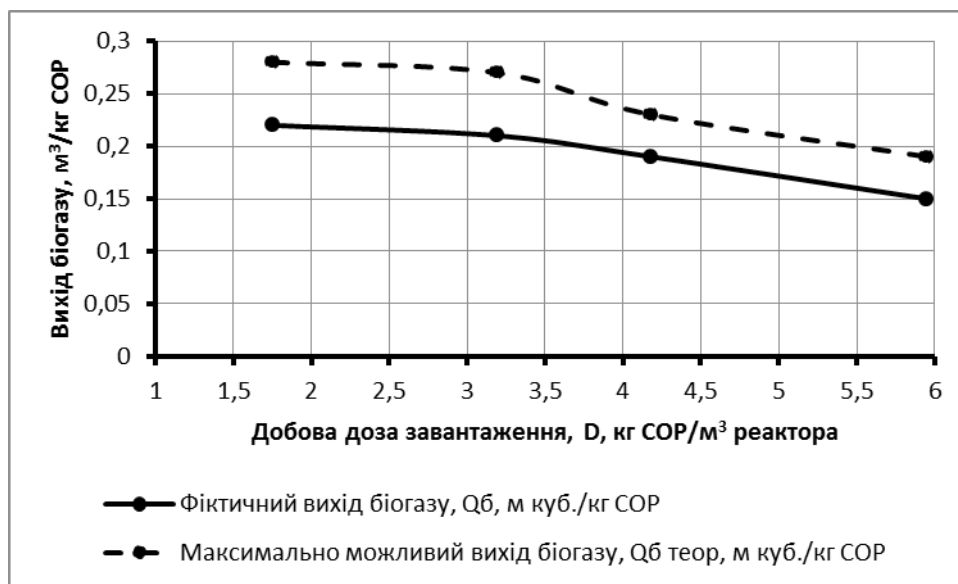


Рис. 4. Залежність виходу біогазу від дози сухої органічної речовини (COP) завантаження біореактора.

Висновки. Для дослідження біогазової установки було використано біореактор ємністю 50 м³ з вузлом вивантаження продуктів анаеробного бродіння, обладнання підготовки і подачі відходів до реактора, газгольдера і технічного обладнання для підігріву води, яку використовують як теплоносій в теплообміннику реактора.

Визначення показників якості роботи мікробіологічного реактора проводили за чотирьох режимів за добового завантаження 2,5; 4,0; 5,5; і 7 м³ рідкого гною вологістю 95,6–96,4 % з умістом органічної речовини в абсолютно сухій речовині гною 73,9–78,8 %. Отримані дані добового виходу біогазу за чотирьох досліджуваних режимів заванта-

ження свідчать, що за цієї характеристики гною, завантаженого в реактор, більш ефективна робота забезпечується за добових доз завантаження 10–13 % від об’єму сировини в біореакторі, за добового завантаження реактора 4,0–5,5 м³ гною з тривалістю бродіння 7–10 діб.

На практиці тривалість бродіння вибирають залежно від температури: при 25–40 °C (32 °C) з наступними інтервалами від 10 до 20 діб.

Результати дослідження доводять, що за температури 32 °C можна скоротити тривалість бродіння з 10 до 20 діб до 7–10 діб, що збільшує продуктивність біогазової установки за масою зброженого гною.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гелетука Г.Г., Кучерук П.П., Матвеев Ю.Б. Перспективи виробництва та використання біогазу в Україні. Аналітична записка БАУ. 2013. № 4. URL: <http://www.uabio.orgimgfilesdocsposition-paper-uabio-4-ua.pdf>.
2. Goncharuk I.V. Biogas production in the agricultural sector – a way to increase energy independence and soil fertility”. *Agrosvit*. 2020. № 1 5. P. 18–29.
3. Калетник Г.М., Здирко Н.Г., Фабіянська В.Ю. Біогаз в домогосподарствах – запорука енергонезалежності сільських територій України. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2018. № 8. С. 7–22.
4. Kaletnik G., Lutkovska S. Innovative Environmental Strategy Sustainable Development. *European Journal of Sustain-able Development*. 2020. № 9. 2. P. 89–98.
5. Kaletnik G. Production and use of biofuels: Second edition, supplemented: textbook. Vinnitsia: LLC “Nilan-Ltd”, 2018. 336 p.
6. Токарчук Д.М. Економіко-екологічні вигоди застосування біогазових установок у домогосподарствах. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2018. № 6. С. 39–49.
7. Ходаківська О.В., Шпикуляк О.Г. Інститути «зеленої» економіки у забезпеченні сталого розвитку агросектору: теоретичний вимір. *Бізнес-Інформ*. 2017. № 9. С. 13–18.
8. Шпикуляк О.Г., Іванченко В.О. Досвід Німеччини у розвитку енергетичних кооперативів:

перспективи для України. Економіка АПК. 2018. № 8. С. 92–101.

9. Process Design of the Biogas Upgrading to Biomethane Using Green Hydrogen /N. Pierro et al. Chemical Engineering Transactions. 2023. No 100.

10. Гончарук І.В., Вовк В.Ю. Виробництво біометану з агробіомаси в Україні: проблеми та перспективи. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Економічні науки. 2022. № 2 (37). С. 65–72.

11. Калетник Г.М., Токарчук Д.М. Ефективність вирощування енергетичних культур та їх переробки на біопаливо в контексті забезпечення енергетичної автономії аграрних підприємств. Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2021. № 1. С. 7–25.

12. Купчук І.М., Гончарук Я.В., Присяжнюк Ю.С. Перспективи підвищення рівня енергетичної автономії переробних підприємств АПК України за рахунок виробництва біогазу. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022. № 3 (118). С. 59–73.

13. Трипольська Г. Перспективи державної підтримки розвитку галузі біометану в Україні до 2040 року. Економіка і прогнозування. 2021. № 2. С. 128–142.

14. Гелетука Г.Г., Железна Т.А., Драгнев С.В., Гайдай О.І. Десять кроків України для відмови від російського природного газу: аналітична записка УАВІО № 28. Київ, 2022. 47 с.

15. Пришляк Н.В. Досвід у будівництві індивідуальних біогазових установок. Економіка АПК. 2011. № 1. С. 165–169.

16. Пришляк Н.В. Відновлювальна енергетика в Індії: сучасний стан та перспективи розвитку. Інвестиції: практика та досвід. 2018. № 21. С. 15–20.

17. Економічна політика України / Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. URL: http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/category/main?cat_id=133291.

18. Гуцолок В.Д. Біоконверсія органічних відходів для отримання біогумусу, біогазу, біологічних речовин і охорона навколишнього середовища. Захист рослин. 1992. № 1. 61 с.

19. Біопаливо – альтернатива газу. URL: www.esoclub.kiev.ua.

20. Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М. Біогаз: теорія і практика. К.: Колос, 1982. 148 с.

REFERENCES

1. Heletukha, H.H., Kucheruk, P.P., Matveiev, Yu.B. (2013). Perspektvy vyrobnytstva ta vykorystannia biohazu v Ukraini [Prospects for the production and use of biogas in Ukraine]. Analytical note of BAU, no. 4. Available at: <http://www.uabio.orgimfilesdocsposition-paper-uabio-4-ua.pdf> (In Ukrainian).

2. Goncharuk, I.V. (2020). Biogas production in the agricultural sector – a way to increase energy independence and soil fertility. Agrosvit, 15, pp. 18–29. (In English).

3. Kaletnik, H.M., Zdyrko, N.H., Fabiianska, V.Yu. (2018). Biohaz v domohospodarstvakh – zaporuka ener-honezalezhnosti silskykh terytorii Ukrainy [Biogas in households is a guarantee of energy independence of rural areas of Ukraine]. Ekonomika [Economy]. Finansy [Finances]. Menedzhment: aktualni pytan-nia nauky i praktyky [Management: topical issues of science and practice]. 8, pp. 7–22. (In Ukrainian).

4. Kaletnik, G., Lutkovska, S. (2020). Innovative Environmental Strategy Sustainable Development. European Journal of Sustainable Development, 9 (2), pp. 89–98. (In English).

5. Kaletnik, G. (2018). Production and use of biofuels: Second edition, supplemented: textbook. Vinnytsia: LLC “Nilan- Ltd”, 336 p. (In English).

6. Tokarchuk, D.M. (2018). Ekonomiko-ekolohichni vyhody zastosuvannia biohazovykh ustanovok u domohospodarstvakh [Economic and environmental benefits of using biogas plants in households]. Ekonomika [Economy]. Finansy [Finances]. Menedzhment: aktualni pytan-nia nauky i praktyky [Management: topical issues of science and practice]. 6, pp. 39–49. (In Ukrainian).

7. Khodakivska, O.V., Shpikuliak, O.H. (2017). Instytuty «zelenoi» ekonomiky u zabezpechenni staloho rozvytku ahro-sektoru: teoretychnyi vymir [Institutions of “green” economy in ensuring sustainable development of the agricultural sector: a theoretical dimension]. Business Inform, 9, pp. 13–18. (In Ukrainian).

8. Shpykuliak, O.H., Ivanchenko, V.O. (2018). Dosvid Nimechchyny u rozvytku enerhetychnykh kooperatyviv: perspek-tyvy dlia Ukrainy [Germany's experience in the development of energy cooperatives: prospects for Ukraine]. Economics of agro-industrial complexu 8, pp. 92–101. (In Ukrainian).

9. Pierro, N., Giuliano, A., Giocoli, A., Barletta, D., De Bari, I. (2023) Process Design of the Biogas Upgrading to Biomethane Using Green Hydrogen. Chemical Engineering Transactions, Vol. 100, pp. 7–12.

10. Honcharuk, I.V., Vovk, V.Iu. (2022) Vyrobnytstvo biometanu z ahrobiomasy v Ukraini: problemy ta perspektyvy [Production of biomethane from agrobiomass in Ukraine: problems and prospects]. Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika [Podilsky Visnyk: agriculture, technology, economy]. Ekonomichni nauky [Economic sciences], Vol. 2 (37), pp. 65–72. (In Ukrainian).

11. Kaletnik, H.M., Tokarchuk, D.M. (2021) Efektyvnist vyroshchuvannia enerhetychnykh kultur ta yikh pererobky na biopalyvo v konteksti zabezpechennia enerhetychnoi avtonomii ahrarnykh pid-priemstv [Effectiveness of growing energy crops and their processing into biofuel in the context of ensuring energy autonomy of agricultural enterprises]. Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytan-nia nauky i praktyky [Economy, finances, management: topical issues of science and practice]. Vol. 2, pp. 7–25. (In Ukrainian).

12. Kupchuk, I.M., Hontaruk, Ya.V., Prysiazhniuk, Yu.S. (2022) Perspektyvy pidvyshchennia rivnia enerhetychnoi avtonomii pererobnykh pidpriemstv APK Ukrainy za rakhunok vyrobnytstva biohazu [Prospects for increasing the level of energy autonomy of processing enterprises of the AIC of Ukraine due to biogas production]. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK [Engineering, energy, transport AIC]*. Vol. 3 (118), pp. 59–73. (In Ukrainian).

13. Trypolska, H. (2021) Perspektyvy derzhavnoi pidtrymky rozvytku haluzi biometanu v Ukraini do 2040 roku [Prospects of state support for the development of the biomethane industry in Ukraine until 2040]. *Ekonomika i prohozuvannia [Economics and forecasting]*, Vol. 2, pp. 128–142. (In Ukrainian).

14. Heletukha H. H., Zheliezna T. A., Drahnev S. V., Haidai O. I. (2022) Desiat krokiv Ukrainy dlia vidmovy vid rosiiskoho pryrodnoho hazu: analitychna zapyska UABIO № 28 [Ten steps of Ukraine to abandon Russian natural gas: analytical note of UABIO № 28]. Kyiv, 47 p. Available at: https://uabio.org/wp-content/uploads/2022/04/10-krokov-Ukrainyny-dlya-vidmovy-vid-PG_UKR.pdf (accessed November 12, 2023) (in Ukrainian)

15. Pryshliak, N.V. (2011). Dosvid u budivnytstvi individualnykh biohazovykh ustanovok [Experience in the construction of individual biogas plants.]. *Economics of the Agricultural Industry*, no. 1, pp. 165–169. (In Ukrainian).

16. Pryshliak, N.V. (2018). Vidnovliuvalna enerhetyka v Indii: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku [Renewable energy in India: current status and prospects]. *Investments: practice and experience*, no. 21, pp. 15–20. (In Ukrainian).

17. Ekonomichna polityka Ukrayiny / Ministerstvo ekonomichnoho rozvytku i torhivli Ukrayiny [Economic policy of Ukraine / Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine]. Available at: http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/category/main?cat_id=133291. (In Ukrainian).

18. Hutshulyak, V.D. (1992). Biokonversiya orhanichnykh vidkhodiv dlya otrymannya biohumusu, biohazu, biolohichnykh rehovyn i okhrona navkolyshn'oho seredovyscha [Bioconversion of organic waste to obtain biohumus, biogas, biological substances and environmental protection]. *Zakhyst roslyn [Plant protection]*. no. 1, 61 p. (In Ukrainian).

19. Biopalyvo – al'ternatyva hazu [Biofuel - an alternative to gas]. Available at: www.ecoclub.kiev.ua. (In Ukrainian).

20. Baader, V., Done, E., Brennderfer, M. (1982). Biohaz: teoriya i praktyka [Biogas: theory and practice]. K.: Kolos, 148 p. (In Ukrainian).

Optimization of the technological process of the farm biogas plant

Senchuk M.

Biomass is considered to be one of the most promising alternative sources of energy today.

One of the most effective methods of purification and processing any livestock is methane

fermentation with the production of biogas. At the same time, the issue of environmental protection is being resolved. Biogas technology makes it possible to obtain natural biofertilizer with the help of anaerobic fermentation, which contains biologically active substances with trace elements, using accelerated methods.

The issue of using methane fermentation is relevant.

Therefore, the purpose of the research is to determine the optimal duration of manure fermentation in the bioreactor of the farm installation.

For the study, a farm-type biogas plant with a total reactor volume of 51,3 m³ was used, where the volume of liquid manure in the reactor was 40,8 m³. The study of the bioreactor operation process was carried out in 4 operating modes: I - operating mode: - loading dose – 2,5 m³/day, - duration of fermentation - 16 days; II - mode of operation: - loading dose - 4 m³/day, - duration of fermentation - 10 days; III - mode of operation: - loading dose – 5,5 m³/day, - duration of fermentation - 7 days; VI - mode of operation: - loading dose - 7 m³/day, - duration of fermentation - 6 days. For all operating modes: - fermentation temperature - 32 °C; -- excess pressure of biogas in the reactor – 0,005 MPa; - loading frequency – 1 time/day.

According to the results of the research, the following indicators of the quality of the technological process for 4 operating modes were obtained: I - mode of operation: biogas output – 16 m³/day, maximum possible biogas output (theoretical) – 20,4 m³/day, specific biogas output per unit volume of the loaded mass – 6,4 m³/m³; II - operating mode: biogas output – 28,5 m³/day, maximum possible biogas output (theoretical) – 36,7 m³/day, specific biogas output per unit volume of loaded mass – 7,1 m³/m³; III - operating mode: biogas output – 34,5 m³/day, maximum possible biogas output (theoretical) – 42,3 m³/day, specific biogas output per unit volume of loaded mass – 6,3 m³/m³; VI - operating mode: biogas output – 35,5 m³/day, maximum possible biogas output (theoretical) – 44,5 m³/day, specific biogas output per unit volume of loaded mass – 5,1 m³/m³.

The dependence of biogas output on the dose of dry organic substance (DOS) loading of the bioreactor was determined: I mode of operation: daily loading dose – 1,75 kg of DOS /m³ reactor, - actual biogas output – 0,22 m³/kg SOF, - maximum possible biogas output (theoretical) – 0,28 m³/kg DOS; II - mode of operation: daily loading dose – 3.19 kg of DOS /m³ reactor, - actual biogas output – 0.21 m³/kg DOS, - maximum possible biogas output (theoretical) – 0,27 m³/kg DOS; III - operating mode: daily loading dose – 4,18 kg DOS /m³ reactor, - actual biogas output – 0.19 m³/kg DOS, - maximum possible biogas output (theoretical) – 0.23 m³/kg DOS; ; VI - mode of operation: daily loading dose – 5.95 kg DOS /m³ reactor, - actual biogas output – 0.15 m³/kg DOS, - maximum possible biogas output (theoretical) – 0.19 m³/kg DOS.

The obtained data on the daily output of biogas at the four studied loading modes indicate that with the given characteristics of the manure loaded into the reactor, more efficient operation of the installation is ensured at daily loading doses of 10-13% of the volume of raw materials in the bioreactor, that is, at the daily loading of the reactor 4.0-5.5 m³ of manure with a fermentation duration of 10-7 days.

In practice, the duration of fermentation is chosen depending on the temperature: at 25-40 °C

(32 °C) in the following intervals from 10 to 20 days.

The results of the study make it possible to recommend that at a temperature of 32 °C, the duration of fermentation should be reduced from 10 to 20 days to 7-10 days, which increases the productivity of the biogas plant by the mass of fermented manure.

Key words: biogas plant, bioreactor, biogas, biofertilisers, farm waste, biomass, methane fermentation.



Copyright: Сенчук М.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:
Сенчук М.М.

<https://orcid.org/0000-0001-9455-583X>

БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

УДК 636.7.053:636.085:615.918:579.87

Подразнювальна дія та ефективність включення у раціони молодняку собак біомаси спіруліни, збагаченої СульфуромГригораш Ю.В., Мерзлов С.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет



Григораш Ю.В., Мерзлов С.В. Подразнювальна дія та ефективність включення у раціони молодняку собак біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 79–84.

Hryhorash Yu., Merzlov S. Irritant effect and efficiency of inclusion of spirulina biomass enriched with sulphur in the young dogs' diets. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 79–84.

Рукопис отримано: 10.11.2024 р.

Прийнято: 23.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-79-84

Вміст у біомасі спіруліни поживних і біологічно активних речовин дає змогу ефективно використовувати її у складі раціонів для тварин. За рахунок корегування мінерального складу поживного середовища для *Spirulina platensis* можливо змінювати вміст макроелементів у клітинах синьо-зеленої водорості. До таких мінеральних елементів належить Сульфур. Цей елемент є незамінним компонентом ряду амінокислот, ензимів, вітамінів та коензимів. Шляхом внесення у поживне середовище додаткових доз Сульфур (очищена аліментарна форма і глауберова сіль) було одержано біомасу *Spirulina platensis* з підвищеним умістом досліджуваного елемента. З метою наступного використання біомаси спіруліни з підвищеним умістом Сульфур як кормової добавки у годівлі сільськогосподарських тварин і птиці доцільним є проведення досліджень шкідливої дії біомаси синьо-зеленої водорості та встановлення ефективності включення її у раціони тварин. Метою роботи є встановлення подразнювальної дії біомаси *Spirulina platensis* із підвищеним умістом Сульфур на слизових оболонках очей та встановлення ефективності її введення до раціону молодняку собак. Дослідження подразнювальної дії проводили шляхом нанесення суспензії спіруліни у кон'юнктивальний мішок лівого ока кролів віком 2,5 місяців із масою тіла 2,32–2,33 кг. Спостереження за дослідними тваринами здійснювали продовж 14 діб. По завершенні досліджень у сироватці крові кролів досліджували показники білкового обміну. Вивчаючи ефективність використання біомаси спіруліни як кормової добавки, цуценятм із контрольної групи згодовували кормосуміш без додавання водорості. Собакам із I–III дослідних груп згодовували кормосуміш з умістом біомаси *Spirulina platensis* з підвищеним умістом Сульфур у кількості 0,5; 1,0 та 1,5 % від маси. За вивчення подразнюючої дії біомаси спіруліни доведено її нетоксичність, що дає змогу використовувати її як кормову добавку, зокрема, у годівлі молодняку собак. Не виявлено порушень білкового обміну в організмі кролів за умови нанесення на слизову оболонку їх очей суспензії біомаси *Spirulina platensis*. За додавання до кормосуміші 1,0 та 1,5 % біомаси спіруліни маса тіла цуценят зростає на статистично значущу величину.

Ключові слова: дослідні тварини, шкідлива дія біомаси *Spirulina platensis*, маса тіла цуценят, кормосуміш, гіперемія, набряк.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Хімічний склад біомаси *Spirulina platensis* дає змогу ефективно використовувати її у годівлі тварин та птиці [1]. Біомаса спіруліни здатна акумулювати мінеральні речовини з поживного середовища, у якому її вирощують. До таких мінеральних речовин належить Сульфур.

Сульфур є важливим з біологічного погляду як для тварин, так і для рослин. У тваринному організмі міститься до 1,95 % Сульфур. У кормах для тварин рослинного походження елементу міститься до 1,2 %. Основним джерелом Сульфур для тварин є корми [2, 3].

В НДІ тваринництва і харчових технологій Білоцерківського національного аграрного університету відпрацьовано технологію збагачення біомаси спіруліни Сульфуром [4]. Подальше використання біомаси синьо-зеленої водорості як кормової добавки для тварин вимагає встановлення ряду доклінічних показників (нешкідливість, токсичність) в якості добавки із новими якісними і кількісними властивостями [5]. До таких досліджень належить визначення подразнювальної дії біомаси *Spirulina platensis*, збагаченої Сульфуром, на слизову оболонку ока кролів. Крім того, невивченою є ефективність застосування біомаси *Spirulina platensis* з підвищеним вмістом Сульфур за вирощування молодняку собак.

Хімічний склад синьо-зеленої водорості суттєво корелює із складом середовища, на якому її культивують. Підвищуючи вміст макроелемента чи мікроелемента в поживному середовищі, акумулювання його в біомасі спіруліни зростає [6]. За таким принципом відбувається зростання вмісту Сульфур у клітинах *Spirulina platensis*.

Сульфур має велике значення для різних біооб'єктів. Мінерал входить до складу ензимів, білкових структур, бере участь у синтезі коензимів, вітамінів та гормонів. Недостатке надходження Сульфур в організм тварин супроводжується порушенням метаболізму у суглобах та синтезу волоссяного покриву [7]. Елемент входить до складу ряду антиоксидантів, безпосередньо і глутатіону (GSH) [8–11]. Сульфур є незамінним елементом низки амінокислот, сульфоліпідів [12].

Біомаса *Spirulina platensis* із підвищеним вмістом Сульфур має нові якісні та кількісні властивості, тому її можна віднести до об'єкта із новими нутріологічними властивостями, що вимагає проведення доклінічних вивчень згідно вимог [5].

Вимоги безпечності та якості нових кормів та кормових добавок або кормових

добавок з новими якісними та кількісними ознаками базуються на вивченні параметрів токсичної дії. Дослідження токсичності кормових добавок і кормів на живих біооб'єктах регламентується низкою міжнародних організацій [13].

Метою роботи було вивчення подразнювальної дії біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, на слизові оболонки очей кролів з наступним встановленням ефективності її використання у годівлі молодняку собак.

Матеріал та методи дослідження. Експерименти щодо подразнювальної дії біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, та дослідження на молодняку собак здійснювали в умовах віварію та лабораторій Інституту тваринництва та харчових технологій Білоцерківського НАУ і кінологічного клубу «DOGARM. COMPANY» м. Київ. Із підготовленої біомаси спіруліни виготовляли суспензію. Останню в кількості 2-х крапель закрапували у кон'юнктивальний мішок лівого ока кролів. Далі пальцями затискали слізньо-носовий канал і тримали по 90 секунд. Для встановлення подразнювальної дії було використано чотирьох кролів віком 2,5 місяців із масою тіла 2,32–2,33 кг. В якості контролю застосовували праві очі лабораторних тварин, до яких не вносили суспензію спіруліни. За проведення експерименту проводили моніторинг стану очей і тварин через годину, 12 та 24 годин після нанесення суспензії спіруліни, а потім щодоби – продовж 14 діб.

Подразнювальну дію біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, на слизових оболонках очей кролів оцінювали, зважаючи на присутні або відсутні ознаки: набряк, гіперемію і виділення з очей. Керуючись даними, наведеними у таблиці 1, за вищезгаданими ознаками присуджували певну кількість балів [5].

По завершенні спостережень (14 доба експерименту) у лабораторних тварин відбирали кров з метою здійснення ряду біохімічних досліджень. Із одержаної крові отримували сироватку, в якій визначали активність амінотрансфераз, керуючись методикою S. Reitman, S. Francel [14], та вміст загального білка, керуючись методикою О.Н. Lowry [15].

Із цуценят породи німецької вівчарки віком 75–76 діб було сформовано чотири групи – одну контрольну та три дослідні – по 6 тварин у кожній групі. Цуценята мали спільне походження за батьком. Маса тіла тварин між групами не перевищувала 3,0 % від середнього арифметичної маси. У кожній групі було по 3 кобели і 3 самки.

Таблиця 1 – Бали за критеріями оцінювання шкідливої дії спіруліни, збагаченої Сульфуром

Клінічна ознака	Присуджені бали
Опис виділень	
Кількість виділень, мінімальна накопичена в кутику ока	1,0
Виділень такий об'єм, що зволожує усі повіки	2,0
Виділень такий об'єм, що зволожує усі повіки та шкіряний покрив навколо	3,0
Гіперемія рогівки і кон'юнктиви очей	
Помітно гіперемійовані судини ока	1,0
Частину судин ока погано помітно	2,0
Дифузне, глибоке почервоніння	3,0
Набряк повік	
Мало помітний набряк	1,0
Добре помітний набряк повіки з її зональним виверненням	2,0
Внаслідок набряку повік око закрите наполовину	3,0
За рахунок сильного набряку повік око закрите більше, ніж наполовину	4,0

Основний раціон було представлено кормосуміш'ю, яка складалась із яловичини свіжої подрібненої (довжина часток 0,3–0,8 см) – 15,0 % від маси, м'яса курчат-бройлерів механічного обвалювання (довжина часток 0,3–0,8 см) – 25,0 % від маси, кісткового борошна – 2,5 % від маси, каші із ячмінної крупи – 57,48 % та вітамінного бленду – 0,02 % від маси.

Добова даванка кормосуміші на одне цуценя становила 7,0 % від маси його тіла. Корегування маси кормосуміші на голову на добу проводили кожні 10 діб після контрольного зважування тварин.

Цуценят з контрольної групи згодували кормосуміш без додавання біомаси спіруліни. Тварини з I-III дослідних груп споживали кормосуміш, яка містила від 0,5 до

1,5 % біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром (табл. 2).

Утримання цуценят проводилось у вольєрах. Зважування маси тіла цуценят проводили один раз на 10 діб. Дослід тривав 2 місяці.

Результати дослідження та обговорення. Експериментально виявлено, що через годину після нанесення на слизову ока кролів суспензії біомаси спіруліни на правих очах не спостерігали виділень. Водночас у кутиках лівих очей усіх тварин було виявлено невелике сльозовиділення. У четвертого кроля було зафіксовано локалізований на невеликій ділянці набряк повіки (табл. 3).

Спостерігаючи за станом очей лабораторних тварин, через 12 годин після нанесення спіруліни було встановлене незначне сльозовиділення.

Таблиця 2 – Схема досліді на молодняку собак

Група	Кількість тварин, гол	Фактор, який досліджується
Контрольна	6	Кормосуміш з кормів тваринного та рослинного походження (ОР)
I дослідна	6	ОР + 0,5 % біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром
II дослідна	6	ОР + 1,0 % біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром
III дослідна	6	ОР + 1,5 % біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром

Таблиця 3 – Результати спостережень за дією біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, на слизову оболонку ока, n=4

Ознака шкідливості	Час спостережень					
	Через годину	Через 12 години	Через добу	Через дві доби	Через три доби	Через чотирнадцять діб
Виявлені ознаки у I-го кроля						
Набряки	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Виділення	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Гіперемія	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Виявлені ознаки у II-го кроля						
Набряки	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Виділення	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Гіперемія	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Виявлені ознаки у III-го кроля						
Набряки	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Виділення	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Гіперемія	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Виявлені ознаки у IV-го кроля						
Набряки	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Виділення	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Гіперемія	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Контроль лівих очей тварин через добу продемонстрував, що суспензія спіруліни не викликала гіперемії кон'юктиви чи роگیрки. За описом, ця ознака на лівих очах була аналогічною з правими. Виділень (сльозових) в очах кролів не було помічено. За ретельного огляду не було виявлено набряку повік очей. Також було зафіксовано невиявлення гіперемії на оці у IV-го кроля, яку було встановлено через 12 годин після ведення суспензії біомаси спіруліни.

Внаслідок огляду тварин через кожні 24 години до 14-ї доби не було встановлено в усіх лабораторних тварин утворення виділень, гіперемії чи набрякових ознак очей. Зважаючи на проведені дослідження, біомаса спіруліни, збагачена Сульфуром, не викликає подразнювальної дії за нанесення її на слизові оболонки очей кролів. Помірне виділення сліз продовж 12 годин може пояснювались залишками луку в біомасі спіруліни, який сорбувався з поживного середовища, рН якого становить 12,1–12,4 [1].

Також у лабораторних тварин досліджували вплив біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, на показники білкового обміну в їх сироватці крові (табл. 4).

Керуючись даними інших дослідників, вміст загального білка в сироватці крові кролів має становити 66,0–76,0 г / дм² [5]. Нами виявлено, що середній показник чотирьох тварин становив 67,4 г / дм², що є підтвер-

дженням відсутності впливу біомаси спіруліни на порушення білкового обміну в організмі кролів за подразнювальної дії.

Показник активності аспартатамінотрансферази у сироватці крові лабораторних тварин на кінець експерименту був на рівні 0,43 мкмоль / год / см³. Встановлений нами показник статистично значуще не різнився від фізіологічної норми активності цього ензиму.

Таблиця 4 – Деякі біохімічні показники у сироватці крові лабораторних тварин, M±m, n=4

Показник	Значення
Уміст білка, г / дм ³	67,4±2,87
Активність АсАТ, мкмоль / год / см ³	0,43±0,029
Активність АлАТ, мкмоль / год / см ³	0,30±0,010

Не встановлено статистично значущого підвищення чи зменшення активності аланінамінонотрансферази у сироватці крові дослідних тварин.

Досліджуючи подразнювальну дію біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, виявлено її нетоксичність, що дозволяє використовувати синьо-зелену водорість як кормову добавку для годівлі тварин, зокрема, і молодняку собак.

Вивчаючи вплив біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром, у складі раціонів для собак, було встановлено певні закономірності. На початок експерименту (75–76 доба життя) маса тіла цуценят становила 11,18–11,30 кг. За зважування через 10 діб після початку експерименту виявлено, що у I дослідній групі маса тіла собак була меншою на 0,31 %. Найбільшу масу тіла було виявлено у цуценят, які споживали кормосуміш з умістом біомаси спіруліни 1,5 %. Різниця із контролем становила 1,8 % (табл. 5).

спостерігалось незначене сльозовиділення лише протягом перших 12 годин від початку експерименту. До 14 доби експерименту сльозових або ексудативних виділень в очах кролів не було виявлено. Не встановлено гіперемії чи набрякових ознак продовж дослідного періоду.

За нанесення на слизову ока біомаси спіруліни з підвищеним умістом Сульфур у сироватці крові лабораторних тварин не виявлено статистично значущого підвищення або зниження активності аспартатамінотран-

Таблиця 5 – Маса тіла собак, кг, n=6

Вік цуценят,	Група			
	Контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
75–76	11,25±0,230	11,21±0,204	11,18±0,147	11,30±0,165
85–86	12,61±0,183	12,57±0,213	12,80±0,167	12,84±0,168
95–96	13,90±0,175	13,87±0,201	14,28±0,135	14,32±0,167
105–106	15,31±0,124	15,30±0,208	15,61±0,114	15,68±0,166
115–116	16,40±0,215	16,55±0,255	16,92±0,108	16,95±0,151
125–126	18,20±0,135	18,48±0,198	19,01±0,128**	19,07±0,135**
135–136	20,05±0,118	20,34±0,167	20,88±0,108**	20,91±0,114**

Примітка: ** – p < 0,01.

На 20 добу експерименту було встановлено, що відносні прирости (порівняно до маси тіла на початок експерименту) у контрольній групі були на рівні 23,5 %. У I дослідній групі відносний приріст цуценят становив 23,7 %. Найбільший відносний приріст у цей період було виявлено у II і III дослідних групах і становив 27,7 %.

На 30 добу тенденція щодо приростів маси тіла цуценят у дослідних групах залишалась такою ж, як і на 20 добу експерименту. На 40 добу експерименту маса тіла собак із I дослідної групи збільшилась щодо контролю на 0,91 %. У II та III дослідних групах маса тіла цуценят була більшою, ніж у контролі на 3,1 та 3,3 % відповідно.

Зважування цуценят на кінець експерименту показало, що у II та III дослідних групах маса тіла молодняку собак була більшою на статистично значущу величину щодо тварин, які споживали кормосуміш (контроль) без умісту біомаси спіруліни, збагаченої Сульфуром.

Висновки. За внесення біомаси спіруліни з підвищеним умістом Сульфур у кон'юнктивальний мішок лівого ока кролів

сфери, аланінамінотрансферази та вмісту загального білка.

Додавання до складу кормосуміші 1,0 та 1,5 % біомаси спіруліни з підвищеним умістом Сульфур супроводжується підвищенням маси тіла цуценят, відповідно, на 3,1 та 3,3 % порівняно із контролем. Розбіжність маси тіла собак, які споживали кормосуміш із вмістом 1,0 та 1,5 %, була в межах похибки.

REFERENCES

1. Merzlova, G.V. (2015). Obtaining Zink enriched Spirulina biomass and establishing its toxicity. Collection of scientific works Bila Tserkva National Agrarian University. Bila Tserkva, pp. 107–111. (In Ukrainian).
2. Francioso, A., Baseggio Conrado, A., Mosca, L., Fontana, M. (2020). Chemistry and biochemistry of sulfur natural compounds: Key intermediates of metabolism and redox biology. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. DOI:10.1155/2020/8294158.
3. Maruyama-Nakashita, A. (2017). Metabolic changes sustain the plant life in low-sulfur environments. Current Opinion in Plant Biology. 39, pp. 144–151. DOI:10.1016/j.pbi.2017.06.015.
4. Hryhorash, Y.V., Merzlov, S.V. (2024). Biomass increase of Spirulina platensis as a feed ad-

ditive with different doses of sulfur in the nutrient environment. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Agricultural sciences*, 26 (101), pp. 217–222. DOI:10.32718/nvlvet-a10134

5. Kotsyumbas, I.Ya., Malik, O.G., Paterega, I.P., Tishin, O.L., Kosenko, Y.M., Chura, D.O., Kotsyumbas, G.I., P'yatnychko, O.M., Brezvin, O.M., Zasadna, Z.S., Chaykovska, O.I. (2006). Preclinical studies of veterinary medicinal products. pp. 157–159. (In Ukrainian).

6. Merzlova, G.V. (2015). Reception biomass of spirulina enriched zine and establish its toxicity. Collection of scientific works Bila Tserkva National Agrarian University. Bila Tserkva, pp. 87–90. (In Ukrainian).

7. Ingenbleek, Y., Kimura, H. (2013). Nutritional essentiality of sulfur in health and disease. *Nutrition Reviews*, 71 (7), pp. 413–432. DOI:10.1111/nure.12050.

8. Colovic, M.B., Vasic, V.M., Djuric, D.M., Krstic, D.Z. (2018). Sulphur-containing amino acids: Protective role against free radicals and heavy metals. *Current Medicinal Chemistry*. 25 (3), pp. 324–335. DOI:10.2174/0929867324666170609075434.

9. Clifford, T., Acton, J.P., Cocksedge, S.P., Davies, K.A.B., Bailey, S.J. (2021). The effect of dietary phytochemicals on nuclear factor erythroid 2-related factor 2 (Nrf2) activation: A systematic review of human intervention trials. *Molecular Biology Reports*. 48 (2), pp. 1745–1761. DOI:10.1007/s11033-020-06041-x.

10. Marino, M., Martini, D., Venturi, S., Tucci, M., Porrini, M., Riso, P., Bo, D. (2021). An overview of registered clinical trials on glucosinolates and human health: the current situation. *Frontiers in Nutrition*, 8. DOI:10.3389/fnut.2021.730906.

11. Yagishita, Y., Fahey, J.W., Dinkova-Kostova, A.T., Kensler, T.W. (2019). Broccoli or sulforaphane: Is it the source or dose that matters? *Molecules*, 24 (19), 3593 p. DOI:10.3390/molecules24193593.

12. Ingenbleek, Y., Kimura, H. (2013). Nutritional essentiality of sulfur in health and disease. *Nutrition Reviews*, 71 (7), pp. 413–432. DOI:10.1111/nure.12050.

13. Kotsyumbas, I.Ya., Ryvak, G.P., Shapovalov, S.O., Brezvin, O.M. (2011). Safety assessment of feed additives, general approaches: methodological recommendations. pp. 3–21.

14. Reitman, S., Frankel, S. (1957). A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Amer. J. Clin. Pthol.*, Vol. 28, 56 p.

15. Lowry, O.H., Rosenbrough, N.I., Farr, A.L. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, Vol. 193. pp. 265–315.

Irritant effect and efficiency of inclusion of spirulina biomass enriched with sulphur in the young dogs' diets

Hryhorash Yu., Merzlov S.

The content of nutrients and biologically active substances in the biomass of *Spirulina platensis* allows it to be used effectively in animal diets. By adjusting the mineral composition of the nutrient medium for *Spirulina platensis*, it is possible to change the content of macronutrients in the cells of the blue-green algae. One of these mineral elements is sulphur. This element is an essential component of several amino acids, enzymes, vitamins and coenzymes. By introducing additional doses of Sulphur (purified, nutritional form and glauber's salt) into the nutrient medium, *Spirulina platensis* biomass with a high content of the element under study was obtained. To further use spirulina biomass with a high content of Sulphur as a feed additive in the feeding of farm animals and poultry, it is advisable to study the harmful effects of blue-green algae biomass and to establish the effectiveness of its inclusion into animal diets. The study aimed to determine the irritating effect of *Spirulina platensis* biomass with a high sulphur content on the mucous membranes of the eyes and to establish the effectiveness of its inclusion in the diet of young dogs. The irritant effect has been studied by applying a suspension of *Spirulina* to the conjunctival sac of the left eye of rabbits aged 2.5 months and weighing 2.32-2.33 kg. The experimental animals have been observed for 14 days. At the end of the study, the serum of rabbits was examined for protein metabolism. To study the effectiveness of using spirulina biomass as a feed additive, puppies from the control group were fed a feed mixture without adding algae. Dogs from the I-III experimental groups were fed a feed mixture containing *Spirulina platensis* biomass with a high content of sulphur in the amount of 0.5, 1.0 and 1.5 % by weight. The study of the irritating effect of spirulina biomass proved its non-toxicity, which allows it to be used as a feed additive, including in the feeding of young dogs. No disturbances in protein metabolism in rabbits were found when a suspension of *Spirulina platensis* biomass was applied to the mucous membrane of their eyes. The addition of 1.0 and 1.5 % of *Spirulina* biomass to the feed mixture increased the body weight of puppies by a statistically significant amount.

Keywords: experimental animals, the harmful effect of *Spirulina platensis* biomass, puppies' body weight, feed mixture, hyperaemia, oedema.



Copyright: Григораш Ю.В., Мерзлов С.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:
Мерзлов С.В.

<https://orcid.org/0000-0002-9815-4280>


ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 339.162.3

Вплив війни на споживчу поведінку покупців продовольчого ринку в Україні

Димань Т.М. , Задорожна Р.П. , Мазур Т.Г. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Димань Т.М. E-mail: tetyana.dyman@btsau.edu.ua

Димань Т.М., Задорожна Р.П., Мазур Т.Г. Вплив війни на споживчу поведінку покупців продовольчого ринку в Україні. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 85–99.

Dyman T., Zadorozhna R., Mazur T. The impact of war on consumer behavior of food market buyers in Ukraine. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 85–99.

Рукопис отримано: 05.11.2024 р.

Прийнято: 18.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-85-99

Досліджено вплив війни на зміну споживчої поведінки покупців сегменту харчових продуктів. Методологічну основу дослідження становлять наукові публікації вітчизняних і зарубіжних вчених щодо чинників впливу на споживчу поведінку під час кризових явищ. Використано методи опису, формалізації, узагальнення – для визначення стану продовольчої безпеки в Україні під час війни; аналізу та синтезу – для з'ясування детермінантів споживчої поведінки покупців продовольчого ринку під час кризових явищ; спостереження та індукції – для представлення продуктових уподобань українців та їх купівельної спроможності в різних регіонах під час війни; аналізу динаміки та структурних зрушень – для вивчення змін основних характеристик споживчої поведінки впродовж повномасштабного вторгнення рф в Україну; табличний та графічний – для візуалізації результатів.

Ключовими чинниками, що позначаються на рішеннях споживачів під час кризових ситуацій, визначено економічну нестабільність, безпековий чинник та психологічні аспекти. З'ясовано, що під час війни ці детермінанти набувають нового змісту.

Стан продовольчого забезпечення України під час війни змінився, однак споживча активність українців не зазнала суттєвих змін, оскільки український аграрний сектор продемонстрував високу стійкість та адаптивність до ризиків воєнного часу. Логістична система розподілу продовольчих товарів на регіональні ринки України витримала критичне навантаження, виявилася як соціально, так і економічно ефективною. Щодо якості раціону харчування існує ризик його подальшого погіршення через значне підвищення цін на харчові продукти і зменшення їх економічної доступності.

Купівельна поведінка українців у сегменті харчових продуктів у воєнний час досить суттєво змінилася порівняно з довоєнними роками. Відбулися зміни попиту на продукцію за категоріями, спостерігається тенденція до надання переваги продуктам довготривалого зберігання, значна частка населення обмежує себе у витратах на харчування. Найбільшими є обмеження в південному та центральному регіонах; найменшими – в Києві та на заході України. Зросли інтернет-закупівлі продовольства, війна залучила до онлайн-шопінгу тих, хто досі цього не робив.

Погіршення безпеки покупців призвело до зміни споживчих пріоритетів та перерозподілу витрат. Порушились усталені гастрономічні практики українців, зазнали змін щоденні моделі та раціони харчування. Має місце «панічний шопінг» – накопичення запасів продуктів, яке дає людям відчуття контролю над ситуацією високого ризику, що виникла внаслідок катастрофи. Суттєво зросла прихильність споживачів до вітчизняних брендів, зокрема тих, що підтримують ЗСУ та соціально уразливі категорії українців.

Ключові слова: війна, споживча поведінка, харчові продукти, купівельна спроможність, «панічний шопінг», бренди.

Постановка проблеми. Війна, яка вже протягом десятиліття триває на сході України, та повномасштабне вторгнення РФ в Україну з 24.02.2022 р. зумовили низку викликів для українського суспільства. Ці виклики ускладнює сучасний економічний клімат, що характеризується стрімкою інфляцією, зменшенням або зникненням перспектив працевлаштування, загостренням енергетичної кризи, високими цінами на паливо, негативною ситуацією на ринку продовольчих товарів. Значна кількість вітчизняних підприємств харчової промисловості та сільськогосподарської галузі, зокрема провідні виробники окремих категорій харчових продуктів, були вимушені припинити свою діяльність. Ускладненням став імпорту продовольчих товарів у зв'язку з блокуванням морських торговельних шляхів, а також пунктів пропуску на кордоні з деякими державами. Велика кількість підприємств агропродовольчої сфери, а також сільськогосподарських угідь постраждали від російської агресії, або ж перебувають під окупацією. Серйозною проблемою є руйнування сховищ із зерном та іншою сільськогосподарською продукцією у різних регіонах держави, передусім на Півдні. Така ситуація суттєво позначилася на різних аспектах життя українців, зокрема споживчій поведінці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню проблем поведінки покупців на споживчому ринку під час різноманітних криз присвячено роботи численних вітчизняних та зарубіжних авторів – вчених-економістів, соціологів, маркетингологів, психологів, спеціалістів поведінкової економіки. Вони аналізували чинники, що впливають на вибір товарів та послуг, процеси прийняття рішень покупцями, зміни у споживчому попиті [1, 3], визначали детермінанти поведінки споживачів у кризових ситуаціях [7], вивчали поведінку покупців інтернет-магазинів під час глобальних катастроф [10]. Особливу увагу приділено дослідженню поведінки споживачів в умовах *COVID-19* [2, 14, 34, 39, 41]. Попри значну кількість досліджень цієї предметної галузі донині маємо значний дефіцит діагностичного і методичного інструментарію, який дав би змогу оцінювати фактори споживчої поведінки особистості через ірраціональність індивідуально-психологічних особливостей людини, а також формувати моделі споживчої поведінки [4]. Забезпечення економічної стабільності в умовах війни потребує подальшого всебічного вивчення поведінки споживачів і розроблення підходів до ефективного управління споживчим ринком.

Мета дослідження полягала у вивченні впливу воєнних подій на споживчу поведінку покупців продовольчого ринку України і аналізі чинників зміни цієї поведінки.

Методологія дослідження. Методологічну основу статті становлять наукові публікації вітчизняних і зарубіжних вчених щодо чинників впливу на споживчу поведінку під час кризових явищ. Використано методи опису, формалізації, узагальнення – для визначення стану продовольчої безпеки в Україні під час війни; аналізу та синтезу – для з'ясування детермінантів споживчої поведінки покупців продовольчого ринку під час кризових явищ; спостереження та індукції – для представлення продуктових уподобань українців та їх купівельної спроможності в різних регіонах під час війни; аналізу динаміки та структурних зрушень – для вивчення змін основних характеристик споживчої поведінки впродовж повномасштабного вторгнення РФ в Україну; табличний та графічний – для візуалізації результатів.

Результати досліджень та їх обговорення. Поведінка споживача є складним соціально-економічним феноменом, який досліджується соціологією, психологією, економікою, маркетингом, етнографією, фізіологією, симптоматологією [13].

Узагальнюючи різні трактування, О.В. Длугопольський та Н.І. Біловус визначають споживчу поведінку «як складний процес, який включає раціональні та ірраціональні дії та рішення, спрямовані на задоволення різноманітних потреб, бажань та мотивів індивіда, що призводить до вибору оптимальної альтернативи серед доступних варіантів і супроводжується організованим обміном ресурсами чи благами з метою задоволення потреби та досягнення заданих цілей покупця. Цей процес детермінований особистісними характеристиками, психоемоційним станом, мисленням та іншими факторами, і може включати в себе усвідомлену відмову від інших альтернатив у виборі» [7].

В умовах кризових явищ, зокрема війни, у споживчій поведінці проявляються певні зміни, пов'язані зі зміною пріоритетів у попиті. Ф. Котлер у своїх роботах обґрунтував вектори таких змін: зменшується попит на товари, що не належать до предметів першої необхідності, а визначальним чинником успішного просування продукції на ринку стає її ціна; втрачається інтерес до товарів престижних торгових марок, брендівих товарів, які є надто дорогими, через що їх збут уповільнюється; покупець менше уваги звертає на зовніш-

ню привабливість товару (упаковку, дизайн, рекламу та маркетингові тонкощі, не пов'язані з ціною) [13].

Важливою детермінантою поведінки покупців в умовах воєнного стану визначають економічну нестабільність, адже воєнний конфлікт супроводжується зниженням економічної активності та інвестицій, інфляцією та зростанням безробіття. Це призводить до скорочення доходів населення, відтак зміни їх споживчої активності.

Економічна нестабільність і споживча поведінка.

Проаналізуємо стан продовольчого забезпечення України та зміни споживчої активності українців за роки війни. Так, валовий збір за всіма групами сільськогосподарських культур у 1,5–3 рази перевищує потреби внутрішнього споживання, потреби внутрішнього ринку м'яса й м'ясопродуктів цілком забезпечено. У 2022 р. загальне споживання м'яса та м'ясопродуктів в Україні на одну особу становило 53,1 кг, тобто було на рівні 2021 р. (53 кг) [15].

Попри чималі втрати галузі та скорочення внутрішнього ринку споживання молочної продукції через значну міграцію громадян за кордон молочно галузь також задовольняє потреби внутрішнього ринку. Рівень споживання молока у 2022 р. оцінювали на рівні 199 кг на одну особу [33]. За даними Асоціації виробників молока, виробництво цього продукту у 2022 р. порівняно з 2021 р. скоротилося на 12,1 % – до 7,66 млн т [24]. Ці показники могли бути значно гіршими, однак завдяки ефективній роботі молочних ферм у безпечніших регіонах та переміщенню поголів'я із постраждалих від війни районів вдалося мінімізувати втрати. Зокрема, області центрального та західного регіонів України збільшили виробництво молока за рахунок релокації бізнесу та зростання попиту на сировину у цих регіонах. Так, виробництво молока у Чернівецькій області зросло на 23,4 %, Тернопільській – на 21,5 %, Вінницькій – на 8,4 % [29].

Повністю забезпечено попит громадян на плодово-ягідні культури. Попри те, що внаслідок війни втрачено 25 % площ ягідників, 20 % площ садів, Україна й надалі залишається нетто-імпортером плодів та ягід [17]. Вінницька, Чернівецька, Хмельницька, Дніпропетровська, Львівська та Полтавська області, які є найбільшими виробниками плодів та ягід, цілком спроможні задовольнити потреби населення нашої країни в цій продукції.

Незважаючи на те, що внаслідок часткової окупації ряду областей втрачено понад 40 % комерційного виробництва ріпчастої цибулі та приблизно 30 % комерційного виробництва моркви, дефіцит овочевих культур у країні відсутній. З метою уникнення ризиків дефіциту основних овочів на заході та в центрі України збільшено площі насаджень овочів «борщового набору», щоб перекрити їх нестачу через тимчасову окупацію південних територій [29].

Щодо якості раціону харчування населення України, то і в довоєнний час вона була невисокою. В Україні тривалий час спостерігається невідповідність рівнів споживання м'яса та м'ясопродуктів їх раціональній нормі (80 кг на одну людину), рекомендованій МОЗ України відповідно до норм фізіологічних потреб населення в основних харчових речовинах і енергії [21, 23]. Забезпечення населення рибною продукцією та морепродуктами завжди було недостатнім і здійснюється здебільшого за рахунок імпорту. У зв'язку з війною та введенням воєнного стану приблизно 80 % користувачів водних біоресурсів повністю чи частково припинили промисловий вилов. На 01 серпня 2022 р. вилов водних біоресурсів зменшився на понад 60 % порівняно з аналогічним періодом 2021 р. [22].

Існує ризик подальшого погіршення якості раціону через значне підвищення цін на харчові продукти і зменшення їх економічної доступності. Так, індекс споживчих цін у грудні 2022 р. до грудня 2021 р. становив, %: на яйця – 176,6; фрукти – 173,8; овочі – 151,8; рибу та продукти з риби – 145,8; цукор – 131,0; хліб і хлібопродукти – 130,3; масло вершкове – 128,9; макаронні вироби – 127,9; твердий сир і м'який сир – 125,0; м'ясо та м'ясопродукти – 124,6; молоко – 118,7; олію соняшникову – 114,5 [29].

Основна причина зростання цін – зростання собівартості сільськогосподарського виробництва внаслідок суттєвого підвищення цін на пально-мастильні матеріали та добрива, зростання витрат на зберігання харчових продуктів. Наприкінці 2022 р. і на початку 2023 р. додатковим чинником зростання цін на продовольство стали жорсткі енергетичні обмеження і відсутність стабільного електропостачання суб'єктів господарювання агросектору через масовані обстріли об'єктів енергетики й енергетичної інфраструктури України.

За таких умов важливо забезпечувати стійкість сільськогосподарського виробництва й збереження ефективності ланцюга

виробництво–переробка–зберігання–постачання населенню харчових продуктів.

Варто відзначити, що логістична система розподілу продовольчих товарів на регіональні ринки України успішно витримала критичне навантаження, виявилася як соціально, так і економічно ефективною. Дефіцит продовольчих товарів існував лише на окремі позиції (крупни, консерви, сіль) та протягом перших 1–1,5 місяців війни, після чого логістичні ланцюги повністю відновилися. Впродовж 2022 р. відбулося територіальне зміщення схем постачання та логістичних ланцюгів південних, східних, західних та центральних областей, і їх перебудова донині триває [3, 29].

Попри війну, з лютого по липень 2022 р. в Україні відкрилося 95 нових торговельних закладів у мережевих ритейлерів. Понад 63 % з них припадає на західний регіон України, 18 % – на північні області та 18 % – на центральні та південні. Продуктова мережа АТБ відкрила 12 нових продуктових маркетів. *Fozzy Group* (бренд «Сільпо») повністю переорієнтували експансію в західні регіони, де за перші п'ять місяців війни відкрили 78 нових магазинів [9].

Таким чином, стан продовольчого забезпечення України під час війни, безумовно, змінився, однак споживча активність українців не зазнала суттєвих змін, оскільки український аграрний сектор продемонстрував високу стійкість та адаптивність до ризиків воєнного часу.

Зміна купівельної поведінки споживачів.

Цікаві висновки щодо змін купівельної поведінки українців під час війни зробили аналітики Української асоціації роздрібної торгівлі *RAU (Retail Association of Ukraine)* та компанії *Nummerz*. Вони провели дослідження на базі мережі супермаркетів *Novus*, *Varus* та *Spar* і «Наш Край», маркетів на кшталт «Домашній маркет» та «ЛотОк» із загальним товарообігом у 2023 р. понад 65 млрд грн. Експерти дослідили дані з 300 млн чеків покупців, зокрема понад 2,5 млн карток лояльності.

Дослідження показали, що купівельна поведінка українців у сегменті харчових продуктів у воєнному 2023 році досить суттєво змінилася порівняно з довоєнним 2021 роком. Відбулися зміни попиту на продукцію за категоріями. Як і до війни, приблизно 40 % у кошику споживача становлять молочні продукти, суха бакалія, хліб, напої, овочі та фрукти, водночас найбільше коштів (понад

третину) українці витрачають на алкоголь, овочі та фрукти, солодку бакалію, тютюнові вироби та молочну продукцію. Зросла купівля яєць (+21 %) як джерела дешевого білка, а також кулінарії (+19 %). Збільшилося споживання хлібобулочних виробів, солодоців, тютюнових виробів, м'ясної гастрономії, алкоголю, молочних продуктів, безалкогольних напоїв. Тим часом споживання овочів та фруктів, бакалії та риби, сирів, слабоалкогольних напоїв скоротилося, і ця тенденція спільна для всіх регіонів України. Причиною зменшення попиту на овочі є радше висока ціна цих товарів, ніж вплив воєнного стану – за 10 місяців 2023 року вони подорожчали на 81 % порівняно з аналогічним періодом 2021 р. Водночас безалкогольні напої, попри подорожчання на 58 %, збільшили свою частку в споживчому кошику на 14 % [9].

У кількісному еквіваленті лідерами продажів 2023 р. залишилися молочні продукти, і порівняно з 2021 р. структура споживання в цій категорії практично не змінилася. Однак нині спостерігається тенденція до надання переваги продуктам довготривалого зберігання, зокрема, продаж ультрапастеризованого молока зростає, а звичайного пастеризованого – зменшується (приблизно на 15 %) [9, 32].

2023 року стався важливий зсув у сприйнятті споживачами ціни товару. Так, кількість більш чутливих до вартості товару людей скоротилася на 6 %, відповідно побільшало тих, хто майже не зважає на ціну під час купівлі потрібного продукту, причому ці зміни сталися саме серед тих громадян, для кого ціна була надважливою (скорочення частки з 28 до 23 %). У регіональному аспекті зросла кількість чутливих до ціни споживачів на Сході та в столиці. Ймовірно, до Києва та області перемістилося багато громадян, які й вплинули на відсоток тих, хто економить на їжі. Найбільш контрастно виглядає ситуація на Сході – висока частка тих, хто економить на купівлі харчів (24 %), й водночас найбільша частка споживачів, нечутливих до ціни товару (20 %). Загалом у всіх регіонах нині українці менше економлять на купівлі продуктів, аніж це було у постковідному 2021 році [9].

Зростання цін на харчові продукти в 2024 р. зумовило ще більшу прискіпливість у підходах споживачів до забезпечення продовольчих потреб. За даними досліджень компанії *Gradus Research* у жовтні поточного року, 64 % опитаних респондентів переорієнтувались на дешевші продукти; 48 % стали частіше готувати вдома; 42 % зменшили обсяг споживання їжі, а 27 % пропускають

приймання їжі. Придбання напівфабрикатів зросло у 21 % респондентів [32].

Мотив економії коштів, що витрачаються на харчування, найвиразніший у старшій віковій групі: під час придбання продовольчих товарів змушені економити 77 % респондентів у віці 56 років і старші.

Загалом у країні в 2024 р. 67 % українців змушені були обмежувати себе у витратах на харчування (рис. 1). Найбільшими є обмеження в південному та центральному регіонах; найменшими – в Києві та на заході України.

Придбання кондитерських виробів та риби й морепродуктів скоротилось відповідно у 49 % та 48 % респондентів. Найбільш «захищеними» продуктами в споживчих бюджетах домогосподарств є хліб, олія, борошно, крупи, овочі, яйця – лише 11 % опитаних українців зазначили, що економлять на цих продуктах.

Аспекти безпеки у зміні споживчої поведінки

Однією з основних детермінант поведінки покупців в умовах воєнного стану експерти визначають безпеку. Війна призвела до посилення у населення відчуття загрози. Люди стурбовані щодо власної безпеки й безпеки своїх рідних, що, безумовно, має вплив на їх споживчу поведінку.

Результати опитування, проведеного компанією *Deloitte* в 2023 р., свідчать, що з початку повномасштабного вторгнення 11 %

респондентів зазнали фізичних травм, 52 % – моральних / психологічних, 32 % – матеріальних / майнових [25]. Як наслідок, погіршення безпеки покупців призвело до зміни споживчих пріоритетів та перерозподілу витрат. Покупці уникають публічних місць, де існує підвищена ймовірність терористичних актів, можуть надавати перевагу дорожчим товарам, аби їх придбання гарантувало безпеку.

Вслід за пандемію *COVID-19* війна не тільки підняла проблему необхідної фізичної ізоляції (шляхом перенесення діяльності в онлайн-середовище), але й у набагато більшому масштабі наголосила на сталості та збереженні рівня життя суспільства для наступного покоління. Загрози безпеки обмежили пересування значної частини людей, посилили невизначеність майбутнього й порушили звичні споживчі моделі та процеси прийняття рішень.

Споживачі змінилися: відкрили для себе переваги багатьох видів діяльності в онлайн-середовищі; можуть робити покупки зручніше, не виходячи з дому, і заощаджувати час, необхідний для покупок; більше зацікавлені у проведенні часу з сім'єю та друзями; зацікавлені у своєму розумовому, фізичному чи мистецькому розвитку; зацікавлені в етичному шоппінгу. Віртуальний світ у вигляді різноманітних цифрових платформ надає їм більше зручностей для здійснення закупів, що робить етичний підхід споживачів до шоппінгу ще більш важливим [37, 45].

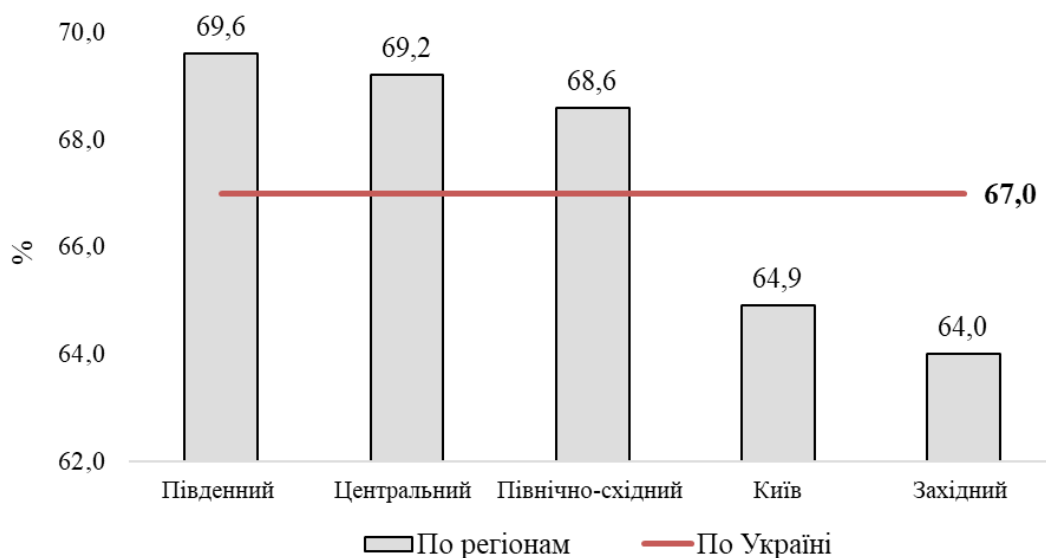


Рис. 1. Частка респондентів, які зменшили витрати на харчові продукти в 2024 р., в регіонах України.

Джерело: складено авторами за даними *Gradus Research* [32].

За даними компанії *Kantar*, яка досліджувала зміни купівельної поведінки українців у травні-серпні 2022 р., майже 94 % українців мають досвід онлайн-купівлі товарів. Притомно, що 14 % здійснили перше придбання в інтернеті лише після початку війни. Отже, зазначають дослідники, війна зробила з електронної комерції те, чого не зміг *COVID-19*, – залучила до онлайн-купівлі тих, хто досі цього не робив. Одним із головних чинників є потреба заощадити кошти: значна кількість людей вважає, що ціни на онлайн-майданчиках нижчі, ніж в офлайн-магазинах. Водночас 76 % українців, які купують онлайн, визнають, що стали замовляти рідше через брак коштів на тлі війни [11].

Якщо до повномасштабного вторгнення та в 2022 р. середня сума чеку на придбання продовольчих товарів в онлайн-магазинах була більшою, ніж у традиційній торговельній мережі, відповідно на 25,0 % та на 65,7 %, то в 2023 р. в онлайн-торгівлі витрачалось у серед-

ньому на 6,9 % менше, ніж в офлайн-магазинах (табл. 1). Щодо частоти здійснення покупок, перевага ще цілком за офлайн-торгівлею.

Найпопулярніші продовольчі товари, які купують українці онлайн під час війни, – вода, яйця, хліб, гречана крупа, молочні продукти, цукор, картопля, курятина, макаронні вироби та банани. Саме ці товари регулярно замовляються більш ніж половиною покупців онлайн-сервісу *Zakaz.ua*, який доставляє по всій Україні продукти із провідних мереж супермаркетів [20]. Наявність в основних гравців ринку продовольчих товарів власних мобільних застосунків також істотно сприяє популяризації онлайн-торгівлі завдяки простоті та зручності розміщення замовлень, безкоштовній доставці та додатковим акціям і кешбекам від продавців.

Як показує аналіз соціально-демографічного «портрета» українських онлайн-покупців продовольчих товарів, він суттєво змінився за роки війни (табл. 2).

Таблиця 1 – Купівельна активність українців у сегменті харчових продуктів до та після повномасштабного вторгнення

Показник	до 24.02.2022	2022	2023
Частка українців (%), які купують:			
- офлайн	н/д	н/д	99
- онлайн	н/д	н/д	40
Середній чек, грн:			
- офлайн	864	798	885
- онлайн	1080	1322	824
Частота покупок впродовж місяця, разів:			
- офлайн	16,8	15,3	16,2
- онлайн	2,3	0,8	1,3

Джерело: складено авторами за [25, 26].

Таблиця 2 – Динаміка частки онлайн-покупців харчових продуктів за демографічними та соціальними характеристиками за період 2022–2023 рр.

Групи онлайн-покупців	Частка, %		Абсолютна зміна частки, п. п.	Темп зростання частки
	2022	2023		
Стать				
Чоловіки	35,9	39,9	4,0	1,111
Жінки	34,4	39,8	5,4	1,157
Вік				
18 – 27	37,9	49,2	11,3	1,298
28 – 42	39,3	42,1	2,8	1,071
43 – 57	30,9	35,7	4,8	1,155
58 і старші	14,3	21,5	7,2	1,503
Місце проживання				
Не змінювали місце проживання	35,3	38,2	2,9	1,082
Внутрішньо переміщені особи	31,3	40,6	9,3	1,297
Виїхали за кордон	35,9	29,1	-6,8	0,811

Джерело: складено авторами за [25, 26].

Впродовж аналізованого періоду практично зрівнялась частка чоловіків і жінок, які здійснюють інтернет-закупівлі продовольства: якщо в 2022 р. частка покупців-чоловіків на 1,5 процентних пункти (п. п.) була більшою, ніж частка жінок, то в 2023 р. це відхилення становило лише 0,1 п. п.

Щодо віку онлайн-покупців, очікувано вищою є частка молодших вікових груп, однак найбільш інтенсивне зростання продемонструвала частка найстарших покупців, яка зросла в більш ніж півтора раза – з 14,3 % в 2022 р. до 21,5 % в 2023 р.

Найменші зміни (зростання на 2,9 п. п.) характерні для частки тих респондентів, які не змінювали своє місце проживання. Водночас внутрішньо переміщені особи в 2022–2023 р. найактивніше вдавались до дистанційного придбання продуктів: частка тих з них, хто використовував цю можливість, зросла майже на 30 %.

Частка українців, котрі виїхали за кордон і купують продукти онлайн, навпаки, зменшилась на 6,8 п. п. Водночас їх середні витрати в 2023 р. були найбільшими порівняно з іншими категоріями українців за ознакою їх місця проживання (рис. 2). Це стосується і офлайн-, і онлайн-купівлі.

Українці за кордоном у 2023 р. були лідерами за сумою середнього чеку в 8 категоріях з 20 досліджених, причому в онлайн-, і в офлайн-магазинах найбільша сума витрат припадала саме на харчові продукти [26].

Психологічні чинники впливу на споживчу поведінку.

Важливою детермінантою споживчої поведінки є психологічні аспекти. Стрес, тривога та невизначеність, пов’язані з воєнним станом, безумовно, впливають на рішення покупців та їх споживчі настрої. Деякі покупці можуть відчувати потребу в засобах для релаксації та психологічної підтримки, тоді як інші можуть відмовлятися від розкошування й зосереджувати увагу на необхідних та важливих витратах.

Раптовість вторгнення росії порушила усталені гастрономічні практики українців та суттєво змінила їх харчову поведінку. Одна частина населення опинилася в ситуації дефіциту ресурсів, інша – не втратила доступу до харчових продуктів, однак звичні щоденні моделі та раціони харчування зазнали змін (табл. 3).

Попри специфіку індивідуальних ситуацій українців залежно від місця їх перебування на початку війни, віку, соціального та матеріального статусу тощо в стресовій ситуації загрози життю і можливого обмеження асортименту харчових продуктів та доступу до них для переважної більшості українців, на другий план відійшли питання «здорового» харчування, якості їжі й індивідуальних гастрономічних звичок та уподобань. Функція їжі звузилась до задоволення енергетичних потреб організму для підтримання його функціонування.

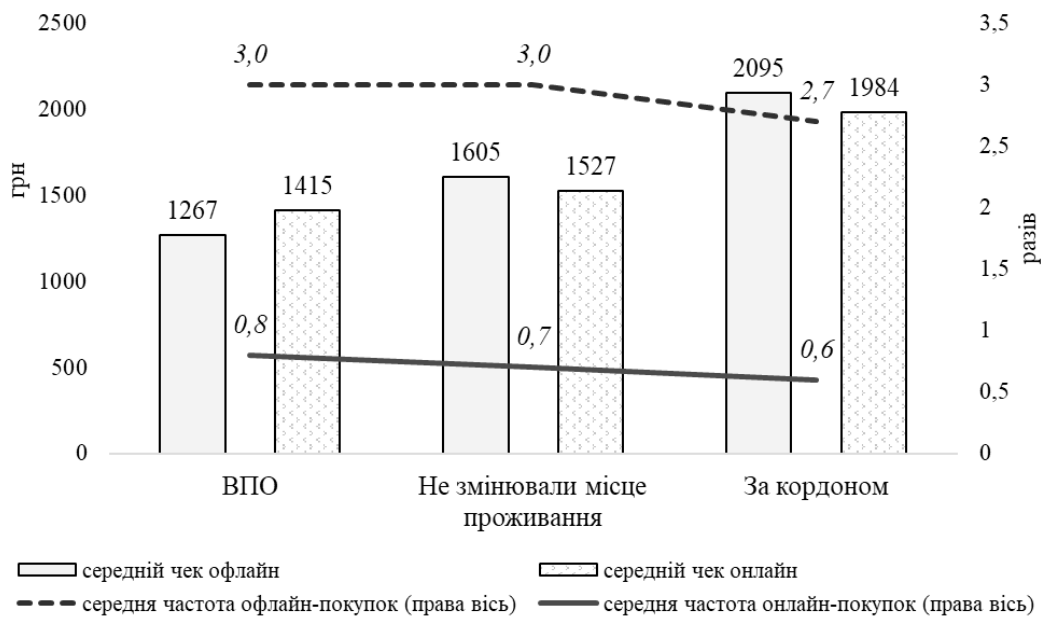


Рис. 2. Купівельна активність українців залежно від місця їх проживання в 2023 р.

Джерело: складено авторами за даними Deloitte [26].

Таблиця 3 – Особливості харчування українців залежно від життєвих обставин на початку повномасштабного вторгнення

Група	Особливості харчування
Українці в окупації	<ul style="list-style-type: none"> - Дефіцит продовольства - Економія харчових продуктів - Залежність від продуктових наборів, наданих міжнародними організаціями, українськими та міжнародними благодійними фондами, волонтерами - Незбалансованість раціону - Вимушене вживання продуктів тривалого зберігання - Вимушена відмова від улюбленої їжі
Військовослужбовці Збройних Сил України	<ul style="list-style-type: none"> - Висококалорійне харчування для підтримання енергії під час бойових завдань - Широке використання військових раціонів (сухпайків, консервів, їжі швидкого приготування та готових харчових продуктів – шоколаду, печива, енергетичних батончиків, снєків) - Використання продуктових наборів, наданих волонтерами - Незбалансованість раціону, подекуди нерегулярність харчування, відсутність гарячої їжі, овочів та фруктів - Неможливість формувати раціон відповідно до індивідуальних уподобань - Зміна «домашніх» практик, ритуалів та раціонів у бійців територіальної оборони, добровольчих підрозділів та резервістів, які приєдналися до ЗСУ
Внутрішньо переміщені особи	<ul style="list-style-type: none"> - Залежність від гуманітарної допомоги - Економія коштів під час купівлі їжі - Вимушене вживання продуктів тривалого зберігання - Зміна харчових звичок через обмежений доступ до звичних продуктів - Запозичення локальних традицій приготування їжі в новому місці проживання - Посилення культурно-комунікаційних чинників харчування (відмовлятися чи не відмовлятися від пропозицій їжі з міркувань ввічливості) - Приготування їжі як засіб психотерапії
Українці, що виїхали за кордон	<ul style="list-style-type: none"> - Використання продуктових наборів, наданих міжнародними організаціями, урядами країн, волонтерами в країні перебування - Зміна раціону залежно від країни перебування, можлива відсутність звичних продуктів - Адаптація до місцевих кулінарних традицій - Приготування традиційних українських страв для ідентифікації себе як українців, частування господарів у країні перебування - Посилення культурно-комунікаційних чинників харчування (відмовлятися чи не відмовлятися від пропозицій їжі з міркувань ввічливості) - Приготування їжі як засіб психотерапії - Можливе відчуття провини через вживання певних продуктів, недоступних для інших співгромадян
Мешканці відносно «безпечних регіонів», які не змінювали місце проживання	<ul style="list-style-type: none"> - Збереження відносно звичного раціону - Раціоналізація раціону за критеріями доступності, вартості, енергетичної цінності та тривалості зберігання продуктів - Створення стратегічних запасів продовольства - Вирощування городини (за можливості) - Поширення практики домашніх заготівель

Джерело: складено авторами на основі власних спостережень та за [19].

Розлади харчової поведінки (відсутність апетиту чи його посилення, втрата задоволення від їжі, зловживання алкоголем, підвищене вживання кави, енергетичних напоїв через страх заснути) в перші дні війни були особливо яскраво виражені й спостерігалися в усіх регіонах безвідносно до їх близькості чи віддаленості до місць бойових дій [19].

У результаті, значна частка споживачів збільшила споживання харчових продуктів певних груп, що можна пояснити підвищенням рівня тривожності. Поведінкові зміни спрямовані на те, щоб впоратися, принаймні частково, з інтенсивним тиском і полегшити екзистенційні труднощі. Ряд досліджень доводить, що страх може бути причиною ірраціональної та нестандартної купівельної поведінки [36, 40]. Має місце так званий *панічний шопінг*, коли покупки здійснюються імпульсивно [42]. Наприклад, під час пандемії *COVID-19* панічні купівлі, накопичення запасів харчових продуктів, і, як наслідок, порожні полиці в магазинах були досить поширеним явищем навіть у розвинутих країнах [35].

Одне з найпоширеніших психологічних пояснень «панічного шопінгу» полягає в тому, що накопичення запасів продуктів дає людям відчуття контролю над ситуацією високого ризику, що виникла внаслідок катастрофи [44]. Перебуваючи в стресі, переживаючи неприємні події, людина прагне відновити почуття рівноваги й відрегулювати наслідки стресових ситуацій, тому відчуває раптову потребу робити продовольчі запаси через страх перед майбутнім дефіцитом чи підвищенням цін. Численні споживачі вдалися до панічних закупок як до засобу управління своїм почуттям незахищеності та відновлення контролю над ситуацією. Ефект дефіциту безпосередньо пов'язаний із цим, адже коли виникає дефіцит основних харчових продуктів, накопичення запасів посилюється. Люди відчувають себе незахищеними, що поступово призводить до подальших зусиль, спрямованих на несамолюбне накопичення продуктів [41].

В опитуванні, проведеному з метою вивчення поведінки данських і британських покупців на ранній стадії пандемії *COVID-19*, було з'ясовано, що лише четверо з десяти покупців не робили додаткових покупок. Було навіть виявлено, що споживачі, які панічно скуповують харчові продукти, можуть поступово набути довгострокової залежності у вигляді компульсивної купівельної поведінки [43].

Соціальне явище панічної споживчої поведінки заслуговує на підвищену увагу вітчизняних дослідників, оскільки стресові ситуації в українському суспільстві не припиняються, період трансформації розтягнувся на десятиліття. Економічне зростання України, підкріплене залученими кредитними коштами, коли населення отримало можливість певної свободи споживання, швидко змінилося знеціненням гривні та економічною кризою, що спонукає більшість людей вдаватися до споживчого мінімалізму. Це змушує населення формувати такі моделі споживання, які уможливають принаймні виживання.

Повномасштабна війна стала найбільшим викликом для українського суспільства, що спричинив найвищий рівень стресу та невизначеності. За таких умов основними спонукальними мотивами під час ухвалення рішень стають міркування безпеки і захисту. Індивідуальні стратегії пошуку оптимального реагування на кризову ситуацію додатково підсилюються «ефектом наговпу»: не маючи досвіду дій в умовах війни, люди покладаються на «колективний розум» та чужий досвід. У перші дні війни українці в шоковому стані спустошили полиці продуктових магазинів і супермаркетів, а виробництво та постачання продуктів у торгівельну мережу на деякий час призупинилось. Ірраціональний ажіотажний попит на продовольчі товари, особливо в регіонах, віддалених від місць бойових дій, створив тимчасові дисбаланси попиту та пропозиції [6].

За даними досліджень компанії *Deloitte*, в 2022 р. 80 % українців мали стратегічні запаси продовольства, а 58 % продовжували їх поповнювати; в 2023 р. частка споживачів, що здійснюють стратегічні закупівлі харчових продуктів, скоротилась до 47 % [25, 26].

Після опанування стресу початку війни у багатьох українців проявився психоемоційний ефект від споживання улюбленої та святкової їжі. Так, можливість просто випити каву, особливо в тому самому місці, що зазвичай, чи застілля на родинні та інші свята створювали ефект повернення в довоєнне життя.

Якщо на початку війни, в період найбільшої невизначеності щодо найближчого майбутнього, українці поповнювали свої запаси продовольства безвідносно до брендів, то сьогодні інформація про компанію-виробника має істотний вплив під час здійснення покупок. Частка респондентів, котрі звертають на бренд особливу увагу, зросла за період з грудня 2022 р. до березня 2024 р. на 8 процентних пунктів – з 54 до 62 % [27].

Як свідчать результати дослідження, проведеного компанією *Gradus Research* на початку квітня 2024 р., 86 % українців мають позитивне ставлення до вітчизняних виробників. У категорії харчових продуктів придбання товарів українського виробництва є найбільшим – їх обирають 90 % опитаних споживачів, тоді як їжі від закордонних виробників надають перевагу лише 15 % респондентів. При цьому патріотичні мотиви є провідними для цього тренду: 59 % споживачів, котрі обирають українські товари, зазначили, що роблять це для підтримки вітчизняного товаровиробника, 57 % – для підтримки економіки України. Вигідна ціна на товари, виготовлені в Україні, є вирішальним чинником для половини опитаних [28].

Суттєво зросла прихильність споживачів до вітчизняних брендів, які підтримують ЗСУ та соціально уразливі категорії українців. Частина з них надає фінансову та іншу благодійну підтримку, а ті виробники, що безпосередньо належать до індустрії харчування, налагодили виробництво продукції для військових, сил ТРО, медиків, дітей та літніх людей [12, 18, 31].

Водночас українці дуже чутливі до сумнівної реклами і негативно реагують на рекламні креативи тих компаній, котрі вдаються до спекуляцій та хайпу на темі війни та відповідних емоціях [30].

Сьогодні отримує «друге дихання» принцип «Свій до свого по своє!», історичне коріння якого сягає кінця XIX століття і пов'язане з розвитком кооперативного підприємництва в Галичині [8]. Завдяки цьому принципу, який відображає важливість соціальних та економічних зв'язків, що базуються на спільності та підтримці, характерний для європейських ринків феномен високої лояльності споживачів до локальних брендів тепер реалізується і в Україні.

Стратегічно важливим є той факт, що до втілення принципу «Свій до свого по своє!» нині долучається не тільки бізнес-спільнота, а й держава: 11 жовтня 2024 р. відбувся офіційний старт ініційованої Президентом України програми «Національний кешбек» [16], яка має за мету підтримку як українських споживачів, так і виробників та продавців. Перші отримують вигоду у вигляді 10 %-го повернення коштів за придбання товарів, виготовлених українським бізнесом; другі можуть скористатись збільшенням стимульованого державою попиту.

Висновок. Отже, ключовими чинниками впливу на споживчу поведінку покупців продовольчого ринку в умовах воєнного стану є економічна нестабільність, безпековий чинник та психологічні аспекти. Стан продовольчого забезпечення України під час війни змінився, однак споживча активність українців не зазнала суттєвих змін, оскільки український аграрний сектор продемонстрував високу стійкість та адаптивність до ризиків воєнного часу. Логістична система розподілу продовольчих товарів на регіональні ринки України витримала критичне навантаження, виявилася як соціально, так і економічно ефективною. Щодо якості раціону харчування існує ризик його подальшого погіршення через значне підвищення цін на харчові продукти і зменшення їх економічної доступності.

Купівельна поведінка українців у сегменті харчових продуктів у воєнний час досить суттєво змінилася порівняно з довоєнними роками. Відбулися зміни попиту на продукцію за категоріями, спостерігається тенденція до надання переваги продуктам довготривалого зберігання, значна частка населення обмежує себе у витратах на харчування. Найбільшими є обмеження в південному та центральному регіонах; найменшими – в Києві та на заході України. Зросли інтернет-закупівлі продовольства, війна залучила до онлайн-шопінгу тих, хто досі цього не робив.

Погіршення безпеки покупців призвело до зміни споживчих пріоритетів та перерозподілу витрат. Порушилися усталені гастрономічні практики українців, зазнали змін щоденні моделі та раціони харчування. Має місце «панічний шопінг» – накопичення запасів продуктів, яке дає людям відчуття контролю над ситуацією високого ризику, що виникла внаслідок катастрофи. Суттєво зросла прихильність споживачів до вітчизняних брендів, зокрема тих, що підтримують ЗСУ та соціально уразливі категорії українців.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бажеріна К.В., Черненко О.В., Афанасьєва К.О. Зміна споживчої поведінки українців в умовах кризи. Ефективна економіка. 2018. № 4. URL: .
2. Бочко О. Ю., Кожушок Н. Дослідження поведінки споживачів в умовах COVID-19 та вплив на них трендів маркетингу – 2021. Приазовський економічний вісник. 2021. № 2 (25). С. 66–71. URL: http://pev.kpu.zp.ua/journals/2021/2_25_ukr/14.pdf.
3. Булик О., Гаврилюк І. Вплив війни на купівельну поведінку споживачів. Вісник Львівського національного університету природокористуван-

- ня. Серія Економіка АПК. 2023. № 30. С. 175–179. DOI:10.31734/economics2023.30.175.
4. Варганова О. В., Цалко Р. Т. Споживча поведінка: ревіталізація концепції і стрижневі моделі. Економіка та суспільство. 2023. Вип. 50. DOI:10.32782/2524-0072/2023-50-36.
5. «Відходи та війна»: Еколтава провела нове аналітичне дослідження. 05.09.2023. URL:https://www.ekoltava.org/2023/09/05/vidhody-ta-vijna-ekoltava-provela-nove-analitychne-doslidzhennya.
6. Гудзь М. Поведінкова економіка в умовах війни: вплив емоцій на економічні рішення громадян. Економіка та суспільство. 2023. Вип. 50. DOI:10.32782/2524-0072/2023-50-27.
7. Длугопольський О.В., Біловус Н.І. Детермінанти поведінки покупців на споживчому ринку України в умовах воєнного стану. Innovations and Sustainability. 2024. Том 4. № 1. С. 32–42. DOI:10.31649/ins.2024.1.32.42
8. Етнохата. «Свій до свого по своє». 08 березня 2018 р. URL:https://etnoxata.com.ua/statti/traditsiji/%C2%ABsvij-do-svogo-po-svoje%C2%BB/?srsltid=AfmOopw4yluyMz0iCeTrRjk_yImx0ZbW54_fgXITKoJmH7QPRywmmzO.
9. Єрмакова Я., Симоненко К. Продуктовий набір: як змінилася купівельна поведінка українців під час війни. 22.12.2023. URL:https://rau.ua/novyni/novini-partneriv/kupivelnna-povedinka-ukrainciv/.
10. Жук А., Павелко Є. Дослідження впливу глобальних катастроф на поведінку покупця інтернет-магазинів України. Innovative technologies and scientific solutions for industries. 2024. № 2 (28). DOI:10.30837/2522-9818.2024.2.005.
11. Закупи під час війни: на чому економлять українці та чому переходять в онлайн? 07.09.2022. URL:https://hmarochos.kiev.ua/2022/09/07/zakupypid-chas-vijny-na-chomu-ekonomlyat-ukrayinczita-chomu-perehodyat-v-onlajn.
12. Каталог внеску бізнесу в Перемогу в російсько-українській війні. 11 липня 2023 р. URL:https://csr-ukraine.org/catalog-actions-of-companies-in-the-russian-ukrainian-war.
13. Котлер Ф., Келлер К. Маркетинговий менеджмент: підручник. К.: Хімджест, 2008. 720 с.
14. Микитенко М. В., Білявська Ю. В. Детермінанти споживчої поведінки в умовах пандемії COVID19. Проблеми економіки. 2021. № 3 (49). С. 175–184. URL:https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2021-3_0-pages-175_184.pdf.
15. Мінагро: Україні вистачить м'яса, та ще і на експорт можна постачати. Зерно. 15 вересня 2022. URL:https://www.zerno-ua.com/news/minagro-ukra%D1%97ni-vistachit-myasa-ta-s...
16. Національний кешбек. URL: https://madeinukraine.gov.ua/national-cashback#hero.
17. Нова аграрна політика. URL:http://www.vin.gov.ua/images/doc/vin/Dep-APK-2022/Prezentatsia.pdf.
18. Олійник М., Латковська Д. «Нашу їжу доставляли у Маріуполь на гелікоптерах». Як бренд туристичної їжі почав готувати для ЗСУ. 23 березня 2023 р. URL:https://suspilne.media/chernivtsi/422691-nasu-izu-dostavlali-u-mariupol-na-gelikopterah-ak-brend-turisticoi-izi-pocavgotuvati-dla-zsu.
19. Петренко-Лисак А. Історії про їжу і харчування під час війни: досвід (і) дослідження. 03 жовтня 2022 р. URL:https://yizhakultura.com/material/20221003_1928.
20. Поведінкові звички споживачів e-commerce 2023: як обирають товари онлайн-покупці. 18 липня 2023 р. URL:https://focus.ua/uk/ukraine/579472-povedinkovi-zvichki-spozshivachiv-e-commerce-2023-yak-obirayut-tovari-onlayn-pokupci.
21. Поручинська І., Поручинський В., Слащук А., Слащук А. Статистичний аналіз споживання продуктів харчування в Україні / Науковий вісник Чернівецького університету: Географія. 2022. Вип. 838. С.13–19. DOI:10.31861/geo.2022.838.13-19.
22. Представники Держрибгентства обговорили з міжнародними експертами стан рибного господарства України під час війни з рф / Державне агентство рибного господарства України. 06 вер. 2022. URL:https://darg.ybalka.com/posts/representativkiderzhri-bagentstva-obgovoril...
23. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 03.09.2017 № 1073. URL:https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text.
24. Спад виробництва, втрати поголів'я, падіння закупівельних цін на молоко-сировину – підсумки року молочного сектору України. Асоціація виробників молока. 31 січ. 2023. URL:https://avm-ua.org/uk/post/spad-virobnictva-vtrati-pogoliva-padinna-zakupivelnih-cin-na-moloko-sirovinu-pidsumki-roku-molocnogo-sektoru-ukraini
25. Споживацькі настрої українців після повномасштабного вторгнення. Deloitte. 30 березня 2023 р. URL:https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ua/Documents/consumer-business/Deloitte-Survey-2022-Consumer-sentiment-during-the-war.pdf.
26. Споживацькі настрої українців у другий рік повномасштабного вторгнення. Deloitte. 13 березня 2024 р. URL:https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ua/Documents/consumer-business/consumer-behavior-2024.pdf.
27. Споживчі тренди українців на третьому році великої війни. Березень 2024. URL:https://gradus.app/uk/open-reports/consumer-trends-ukrainians-third-year-great-war-saving-money-becoming-more-picky-about-brands.
28. Ставлення українських споживачів до програми стимулювання споживання товарів з маркуванням «Зроблено в Україні». Gradus Research. Квітень 2024. URL:https://gradus.app/uk/open-reports/attitudes-ukrainian-consumers-towards-ukrainian-producers.

29. Стан продовольчого забезпечення України під час війни. 08.03.2023. URL:<https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/stan-prodovolchoho-zabezpechennya-ukrayiny-pid-chas-viyny>.

30. Український ринок e-commerce: як він змінився та що його очікує в майбутньому. 30.01.2024. URL:<https://rau.ua/novyni/ukrainskij-rinok-e-commerce>.

31. Хемій М. Бізнес-тил. Як українські підприємства підтримують ЗСУ та постраждалих від війни. 05 квітня 2022 р. URL:<https://media.zagoriy.foundation/velyka-istoriya/biznes-tyl-yak-ukrayinski-pidpruyemstva-pidtrymuuyut-zsu-ta-postrazhdalyh-vid-vijny>.

32. Як повномасштабне вторгнення змінює харчові звички українців? Gradus Research. Жовтень 2024 р. URL:<https://gradus.app/uk/open-reports/how-does-full-scale-invasion-change-food-habits-ukrainians>.

33. 199 кг молочної продукції для кожного українця – прогноз молочної галузі на поточний рік. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Infagro. 08 грудня 2022. URL:<https://infagro.com.ua/ua/2022/12/08/199-kg-molochnoyi-produktsiyi-dlya-kozhnogo-ukrayintsya-prognoz-molochnoyi-galuzi-na-potochniy-rik>

34. Aday S., Aday M.S. Impact of COVID-19 on the food supply chain. *Food Qual. Saf.* 2020. Vol. 4. P. 167–180. DOI:10.1093/fqsafe/fyaa024.

35. Panic buying: An insight from the content analysis of media reports during COVID-19 pandemic / S. Y. Arafat et al. *Neurol. Psychiatry Brain Res.* 2020. Vol. 37. P.100–103. DOI:10.1016/j.npbr.2020.07.002.

36. Ben-Hassen T., El-Bilali H., Allahyari M.S. Impact of COVID-19 on Food Behavior and Consumption in Qatar. *Sustainability.* 2020. 12 (17). DOI:10.3390/su12176973.

37. Daroch B., Nagrath G., Gupta A. A study on factors limiting online shopping behaviour of consumers. *Rajagiri Manag. J.* 2021. Vol. 15. P. 39–52. URL:.

38. Eating habits and lifestyle changes during COVID-19 lockdown: An Italian survey / L. Di Renzo et al. *J. Transl. Med.* 2020. Vol. 18. 229 p. DOI:10.1186/s12967-020-02399-5.

39. Consumer Behavior Analysis on Online and Offline Shopping During Pandemic Situation / M.C. Espinoza et al. *Int. J. Account. Financ. Asia Pac.* 2021. Vol. 4. P. 75–87. DOI:10.32535/ijthap.v7i3.3577.

40. arson L.R.L., Shin H. Fear During Natural Disaster: Its Impact on Perceptions of Shopping Convenience and Shopping Behavior. *Serv. Mark. Q.* 2018. Vol. 39. P. 293–309. DOI:10.1080/15332969.2018.1514795.

41. Šálková D., Hes A., Kucera P. Sustainable Consumer Behavior: The Driving Force of Innovation in Retail. *Sustainability.* 2023. Vol. 15. DOI:10.3390/su152416648.

42. Wang H.H., Hao N. Panic buying? Food hoarding during the pandemic period with city lockdown. *J. Integr. Agric.* 2020. Vol. 19. P. 2916–2925. DOI:10.1016/S2095-3119(20)63448-7/.

43. Yıldırım M., Solmaz F. COVID-19 burnout, COVID-19 stress and resilience: Initial psychometric properties of COVID-19 Burnout Scale. *Death Stud.* 2022. Vol. 46. P. 524–532. DOI:10.1080/07481187.2020.1818885.

44. Yuen K.F., Wang X., Ma F., Li K.X. The psychological causes of panic buying following a health crisis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020. Vol. 17. 3513 p. DOI:10.3390/ijerph17103513.

45. Zhang T., Wang W.Y.C., Cao L., Wang Y. The role of virtual try-on technology in online purchase decision from consumers' aspect. *Internet Res.* 2019. Vol. 29. P. 529–551. DOI:10.54452/jrb.1023619.

REFERENCES

1. Bazherina, K.V., Chernenko, O.V., Afanas'jeva, K.O. (2018). Zmina spozhyvchoi' povedinky ukrai'nciv v umovah kryzy [Changes in consumer behavior in times of crisis]. *Efektivna ekonomika [Efficient economy]*, Vol. 4. Available at:http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2018/64.pdf. (In Ukrainian).

2. Bochko, O.Ju., Kozhushok, N. (2021). Doslidzhennja povedinky spozhyvachiv v umovah SO-VID-19 ta vplyv na nyh trendiv marketyngu – 2021 [Research on consumers' behavior in the conditions of the Covid-19 pandemic and impact of the marketing trends 2021 on them]. *Pryazovskij ekonomichnyj visnyk [Pryazovskyi economic herald]*, no. 2 (25), pp. 66–71. Available at:http://pev.kpu.zp.ua/journals/2021/2_25_ukr/14.pdf (In Ukrainian).

3. Bulyk, O., Gavryljuk, I. (2023). Vplyv vijny na kupivel'nu povedinku spozhyvachiv [Influence of war on consumer buying behaviour]. *Visnyk Lvivs'kogo nacional'nogo universytetu pryrodokorystuvannja. Serija Ekonomika APK [Bulletin of Lviv National Environmental University. Series "AIC Economics"]*, no. 30, pp. 175–179. DOI:10.31734/economics2023.30.175. (In Ukrainian).

4. Vartanova, O.V., Calko, R.T. (2023). Spozhyvcha povedinka: revitalizacija koncepcii' i stryzhnevi modeli [Consumer behavior: revitalization of the concept and key models]. *Ekonomika ta suspil'stvo [Economy and Society]*, Issue 50. DOI:10.32782/2524-0072/2023-50-36 (In Ukrainian).

5. «Vidhody ta vijna»: Ekoltava provela nove analityчне doslidzhennja [“Waste and War”: Ecoltava has conducted a new analytical study]. 05.09.2023. Available at:<https://www.ekoltava.org/2023/09/05/vidhody-ta-vijna-ekoltava-provela-nove-analitchne-doslidzhennya>

6. Gudz', M. (2023). Povedinkova ekonomika v umovah vijny: vplyv emocij na ekonomichni rishennja gromadjan [Behavioral economics in the conditions of war: the influence of emotions on the economic decisions of citizens]. *Ekonomika ta suspil'stvo [Economy and Society]*, Issue 50. DOI:10.32782/2524-0072/2023-50-27. (In Ukrainian).

7. Dlugopol'skyj, O. V., Bilovus, N. I. (2024). Determinanty povedinky pokupciv na spozhyvchomu rynku Ukrai'ny v umovah vojennoho stanu [Determinants of buyer behavior on the consumer market

ukraine under the conditions of marital state]. *Innovations and Sustainability*, Vol. 4, no. 1, pp. 32–42. DOI:10.31649/ins.2024.1.32.42. (In Ukrainian).

8. Etnohata. «Svij do svogo po svoje» [Ethno-house. “Each to his own for his own”]. 08.03.2018. Available at: https://etnoxata.com.ua/statti/traditsiji/%C2%ABsvij-do-svogo-po-svoje%C2%B-B/?srsltid=AfmBOopw4yluyMz0iCeTrRjk_yImx0Z-bW54_fgXITKoJmH7QPRywmmzO. (in Ukrainian).

9. Jermakova, Ja., Symonenko, K. Produktovij nabir: jak zminyaslja kupivel'na povedinka ukraïnciv pid chas vijny [Grocery shopping: how Ukrainians' buying behavior has changed during the war]. 22.12.2023. Available at: <https://rau.ua/novyni/novini-partneriv/kupivelna-povedinka-ukraïnciv>. (In Ukrainian).

10. Zhuk, A., Pavelko, Je. (2024). Doslidzhennja vplyvu global'nyh katastrof na povedinku pokupca internet-magazyniv Ukraïny [Impact of global catastrophes on online shoppers' behavior]. *Innovative technologies and scientific solutions for industries*. no. 2 (28). DOI:10.30837/2522-9818.2024.2.005. (In Ukrainian).

11. Zakupy pid chas vijny: na chomu ekonomljat' ukraïnci ta chomu perehodjat' v onlajn? [Purchases during the war: what do Ukrainians save on and why do they go online?]. 07.09.2022. Available at: <https://hmarochos.kiev.ua/2022/09/07/zakupy-pid-chas-vijny-na-chomu-ekono-mlyat-ukraïnci-ta-chomu-perehodyat-v-onlajn> (In Ukrainian).

12. Katalog vnesku biznesu v Peremogu v rosijs'ko-ukraïns'kij vijni [Catalogue of Business Contribution to the Victory in the Russian-Ukrainian War]. 11.07.2023. Available at: <https://csr-ukraine.org/catalog-actions-of-companies-in-the-russian-ukrainian-war> (In Ukrainian).

13. Kotler, F., Keller, K. (2008). *Marketyngovyj menedzhment* [Marketing management]. Kyiv: Himdzhest, 720 p. (In Ukrainian).

14. Mykytenko, N.V., Biliavska, Y.V. (2021). Determinanty spozhyvchoi' povedinky v umovah pandemii' COVID-19 [Determinants of Consumer Behaviour in the COVID-19 Pandemic]. *Problemy ekonomiky* [The Problems of Economy], no. 3 (49), pp. 174–185. Available at: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2021-3_0-pages-175_184.pdf (In Ukrainian).

15. Minagro: Ukraïni vystachyt' m'jasa, ta shhe i na eksport mozha postachaty [Minagro: Ukraine will have enough meat, and can even export it]. Zerno. 15.09.2022. Available at: <https://www.zerno.ua.com/news/minagro-ukrayini-vistachit-myasa-ta-shhe-i-na-eksport-mozhna-postachati> (In Ukrainian).

16. Nacional'nyj keshbek [National cashback.]. Available at: <https://madeinukraine.gov.ua/national-cashback#hero> (In Ukrainian).

17. Nova agrarna polityka [New agrarian policy]. Available at: <https://www.vin.gov.ua/images/doc/vin/Dep-APK-2022/Prezentatsia.pdf>. (In Ukrainian).

18. Oliynyk, M., Latkovska, D. «Nashu i'zhu dostavljaly u Mariupol' na gelikopterah». Jak brend turystychnoi' i'zhi pochav gotuvaty dlja ZSU [‘Our

food was delivered to Mariupol by helicopters’. How a tourist food brand started cooking for the AFU]. 23.03.2023. Available at: <https://suspline.media/cher-nivtsi/422691-nasu-izu-dostavlali-u-mariupol-na-gelikopterah-ak-bre-nd-turysticnoi-izi-pocav-gotuvati-dla-zsu>. (In Ukrainian).

19. Petrenko-Lysak, A. Istorii' pro i'zhu i harchuvannja pid chas vijny: dosvid (i) doslidzhennja [Stories about food and nutrition during the war: experience (and) research]. 03.10.2022. Available at: https://yizhakultura.com/material/20221003_1928. (In Ukrainian).

20. Povedinkovi zvychky spozhyvachiv e-commerce 2023: jak obyrajut' tovary onlajn-pokupci [Behavioural habits of e-commerce consumers in 2023: how online shoppers choose products]. 18.07.2023. Available at: <https://focus.ua/uk/ukraine/579472-povedinkovi-zvichki-spozhyvachiv-e-commerce-2023-yak-obirayut-tovari-onlajn-pokupci> (In Ukrainian).

21. Poruchinska, I., Poruchinsky, V., Slashchuk, A., Slashchuk, A. (2022). Statystychnyj analiz spozhyvannja produktiv harchuvannja v Ukraïni [Statistical analysis of food consumption in Ukraine]. *Naukovyj visnyk Chernivec'kogo universytetu: Geografija* [Scientific Herald of Chernivtsi University: Geography], Issue 838, pp. 13–19. DOI:10.31861/geo.2022.838.13-19 (In Ukrainian).

22. Predstavnyky Derzhrybagentstva obgovoryly z mizhnarodnyh ekspertamy stan rybnogo gospodarstva Ukraïny pid chas vijny z rf [Representatives of the State Fisheries Agency discussed with international experts the state of Ukraine's fisheries during the war with rf]. Derzhavne agentstvo rybnogo gospodarstva Ukraïny [State Fisheries Agency of Ukraine]. 06.09.2022. Available at: https://darg.gov.ua/_predstavniki_0_0_0_12049_1.html (In Ukrainian).

23. Pro zatverdzhennja Norm fiziologichnyh potreb naseleennja Ukraïny v osnovnyh harchovyh rehovynah i energii': Nakaz Ministerstva ohorony zdorov'ja Ukraïny vid 03.09.2017 № 1073 [On Approval of the Norms of Physiological Needs of the Population of Ukraine for Basic Food Substances and Energy: Order of the Ministry of Health of Ukraine of 03.09.2017 No. 1073]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text>. (In Ukrainian).

24. Spad vyrobnyctva, vtraty pogoliv'ja, padinnja zakupivel'nyh cin na moloko-syrovynu – pidsumky roku molochного sektoru Ukraïny. [Decline in production, loss of livestock, falling purchase prices for raw milk – the results of the year for the dairy sector in Ukraine]. Asociacija vyrobnykiv moloka [Association of Milk Producers]. 31.01.2023. Available at: <https://avm-ua.org/uk/post/spad-virobnictva-vtrati-pogoliva-padinna-zakupivel-nih-cin-na-moloko-sirovinu-pidsumki-roku-molocnogo-sektoru-ukraïni> (In Ukrainian).

25. Spozhyvac'ki nastroi' ukraïnciv pislja povnomasshtabnogo vtorgnennja [Consumer sentiment of Ukrainians after the full-scale invasion]. Deloitte. 30.03.2023. Available at: <https://www2.deloitte.com/>

content/dam/Deloitte/ua/Documents/consumer-business/Deloitte-Survey-2022-Consumer-sentiment-during-the-war.pdf (In Ukrainian).

26. Spozhivač'ki nastroi Ukraïnciv u drugij rik povnomasshtabnogo vtorgnennja [Consumer sentiment of Ukrainians in the second year of the full-scale invasion]. Deloitte. 13.03.2024. Available at: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ua/Document/consu-mer-business/consumer-behavior-2024.pdf>. (In Ukrainian).

27. Spozhivchi trendi Ukraïnciv na tret'omu roci velikoï vijni [Consumer trends of Ukrainians in the third year of the great war]. March 2024. Available at: <https://gradus.app/uk/open-reports/consumer-trends-ukrainians-third-year-great-war-saving-money-becoming-more-picky-about-brands> (In Ukrainian).

28. Stavlennja Ukraïns'kih spozhivachiv do programi stimuljuvannja spozhivannja tovariv z markuvannjam «Zrobleno v Ukraïni» [The attitude of Ukrainian consumers to the programme to stimulate consumption of goods labelled 'Made in Ukraine']. Gradus Research. April 2024. Available at: <https://gradus.app/uk/open-reports/attitudes-ukrainian-consumers-towards-ukrainian-producers>. (In Ukrainian).

29. Stan prodovol'choho zabezpečennja Ukraini pid chas vijni [The state of food supply in Ukraine during the war]. 08.03.2023. Available at: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/stan-prodovolchoho-zabezpečennja-ukrayiny-pid-chas-viyny>. (In Ukrainian).

30. Ukraïns'kij rînok e-commerce: jak vin zminivsja ta shho jogo ochikuye v majbutn'omu [Ukrainian e-commerce market: how it has changed and what the future holds]. 30.01.2024. Available at: <https://rau.ua/novyni/ukraïnskij-rînok-e-commerce>. (In Ukrainian).

31. Khemiy, M. Biznes-til. Jak Ukraïns'ki pidpriemstva pidtrîmujut' ZSU ta postrazhdalih vid vijni [Business-rear. How Ukrainian businesses support the AFU and those affected by the war]. 05.04.2022. Available at: <https://media.zagoriy.foundation/velyka-istoriya/biznes-tyl-yak-ukrayinski-pidpryyemstva-pidtrîmuyut-zsu-ta-postrazhdalyh-vid-vijny>. (In Ukrainian).

32. Jak povnomasshtabne vtorgnennja zminjue harchovi zvichki Ukraïnciv? [How does a full-scale invasion change the eating habits of Ukrainians?]. Gradus Research. October 2024 p. Available at: <https://gradus.app/uk/open-reports/how-does-full-scale-invasion-change-food-habits-ukrainians> (In Ukrainian).

33. 199 kg molochnoï produkciï dlja kozhnogo Ukraïncja – prognóz molochnoï galuzi na potochnij rik [199 kg of dairy products for every Ukrainian – the forecast of the dairy industry for the current year]. Infagro. 08.12.2022. Available at: <https://infagro.com.ua/ua/2022/12/08/199-kg-molochnoyi-produkt-siyi-dlya-kozhnogo-ukrayintsya-prognóz-molochnoyi-galuzi-na-potochniy-rik> (In Ukrainian).

34. Aday, S., Aday, M.S. (2020). Impact of COVID-19 on the food supply chain. *Food Qual. Saf.* Vol. 4, pp. 167–180. DOI:10.1093/fqsafe/fyaa024.

35. Arafat, S.Y., Kar, S.K., Menon, V., Kalia-moorthy, C., Mukherjee, S., Alradie-Mohamed, A., Sharma, P., Marthoenis, M., Kabir, R. (2020). Panic buying: An insight from the content analysis of media reports during COVID-19 pandemic. *Neurol. Psychiatry Brain Res.* Vol. 37, pp. 100–103. DOI:10.1016/j.npbr.2020.07.002.

36. Ben-Hassen, T., El-Bilali, H., Allahyari, M.S. (2020). Impact of COVID-19 on Food Behavior and Consumption in Qatar. *Sustainability.* 12 (17). DOI:10.3390/su12176973.

37. Daroch, B., Nagrath, G., Gupta, A. (2021). A study on factors limiting online shopping behaviour of consumers. *Rajagiri Manag. J.*, Vol. 15, pp. 39–52. Available at:

38. Di Renzo, L., Gualtieri, P., Pivari, F., Soldati, L., Attinà, A., Cinelli, G., Leggeri, C., Caparello, G., Barrea, L., Scerbo, F. (2020). Eating habits and lifestyle changes during COVID-19 lockdown: An Italian survey. *J. Transl. Med.*, Vol. 18, 229 p. DOI:10.1186/s12967-020-023 99-5.

39. Espinoza, M.C., Ganatra, V., Prasanth, K., Sinha, R., Montañez, C.E.O., Sunil, K.M., Kaakandikar, R. (2021). Consumer Behavior Analysis on Online and Offline Shopping During Pandemic Situation. *Int. J. Account. Financ. Asia Pac.*, Vol. 4, pp. 75–87. DOI:10.32535/ijthap.v7i3.3577.

40. Larson, L.R.L., Shin, H. (2018). Fear During Natural Disaster: Its Impact on Perceptions of Shopping Convenience and Shopping Behavior. *Serv. Mark. Q.* Vol. 39, pp. 293–309. DOI:10.1080/15332969.2018.1514795.

41. Šálková, D., Hes, A., Kucera, P. (2023). Sustainable Consumer Behavior: The Driving Force of Innovation in Retail. *Sustainability.* Vol. 15. DOI:10.3390/su152416648.

42. Wang, H.H., Hao, N. (2020). Panic buying? Food hoarding during the pandemic period with city lockdown. *J. Integr. Agric.*, Vol. 19, pp. 2916–2925. DOI:10.1016/S2095-3119 (20)63448-7/.

43. Yildirim, M., Solmaz, F. (2022). COVID-19 burnout, COVID-19 stress and resilience: Initial psychometric properties of COVID-19 Burnout Scale. *Death Stud.* Vol. 46, pp. 524–532. DOI:10.1080/0748 1187.2020.1818885.

44. Yuen, K.F., Wang, X., Ma, F., Li, K.X. (2020). The psychological causes of panic buying following a health crisis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, Vol. 17, 3513 p. DOI:10.3390/ijerph17103513.

45. Zhang, T., Wang, W.Y.C., Cao, L., Wang, Y. (2019). The role of virtual try-on technology in online purchase decision from consumers' aspect. *Internet Res.* Vol. 29, pp. 529–551. DOI:10.54452/jrb.1023619.

The impact of war on consumer behavior of food market buyers in Ukraine

Dyman T.M., Zadorozhna R.P., Mazur T.G.

The impact of war on changes in consumer behavior of buyers in the food segment was investigated. The methodological basis of the study is the scientific publications of Ukrainian and

foreign scientists on the factors influencing consumer behavior during crises. The methods used are description, formalization, generalization – to determine the state of food security in Ukraine during the war; analysis and synthesis – to determine the key factors of consumer behavior of food market buyers during crisis phenomena; observation and induction – to present the food preferences of Ukrainians and their purchasing power in different regions during the war; analysis of dynamics and structural shifts – to study changes in the main characteristics of consumer behavior during the full-scale invasion of russia in Ukraine; tabular and graphical – to visualize the results.

The key factors that affect consumer decisions in times of crisis are economic instability, safety and psychological aspects. It is found that during the war these determinants acquire a new meaning.

The state of Ukraine's food supply changed during the war, but the consumer activity of Ukrainians did not undergo significant changes, as the Ukrainian agricultural sector demonstrated high resilience and adaptability to wartime risks. The logistics system of food distribution to regional markets of Ukraine has withstood the critical load and proved to be both socially and economically efficient. As for the quality of the diet, there is a risk of further deteriora-

tion due to a significant increase in food prices and a decrease in their economic availability.

The purchasing behavior of Ukrainians in the food segment in wartime has changed significantly compared to the pre-war years. There have been changes in demand for products by category, a tendency to prefer long-term storage products, and a significant proportion of the population restricting their food expenditures. The largest restrictions are in the southern and central regions; the smallest are in Kyiv and western Ukraine. Online food purchases have increased, and the war has attracted those who had not done so before to online shopping.

The deterioration in consumer security has led to a change in consumer priorities and a redistribution of spending. Established gastronomic practices of Ukrainians have been disrupted, and daily eating patterns and diets have changed. There is a «panic shopping» phenomenon – the accumulation of food stocks that gives people a sense of control over the high-risk situation that has arisen as a result of the disaster. Consumer commitment to domestic brands, in particular those that support the Armed Forces and socially vulnerable categories of Ukrainians, has increased significantly.

Key words: war, consumer behavior, food, purchasing power, panic shopping, brands.



Copyright: Димань Т.М., Задорожна Р.П., Мазур Т.Г. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Димань Т.М.
Задорожна Р.П.
Мазур Т.Г.






<https://orcid.org/0000-0002-6428-1476>

<https://orcid.org/0000-0003-1229-5611>

<https://orcid.org/0000-0002-9295-7787>

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 637.18

Дослідження структурно-механічних характеристик
молочних десертів з комбінованим складом сировиниРудакова Т.В.¹ , Мінорова А.В.¹ , Моїсеєва Л.О.¹ , Крушельницька Н.Л.¹ ,
Наріжний С.А.² , Осіпенко І.С.² , Бовкун А.О.³ ¹ Інститут продовольчих ресурсів НААН, Київ² Білоцерківський національний аграрний університет³ Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій, Київ Рудакова Т.В. E-mail: Rudakovatati@gmail.com

Рудакова Т.В., Мінорова А.В., Моїсеєва Л.О., Крушельницька Н.Л., Наріжний С.А., Осіпенко І.С., Бовкун А.О. Дослідження структурно-механічних характеристик молочних десертів з комбінованим складом сировини. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 100–108.

Rudakova T., Minorova A., Moiseeva L., Krushelnytska N., Narizhnyy S., Osipenko I., Bovkun A. Study of structural and mechanical characteristics of dairy desserts with a combined composition of raw materials. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 100–108.

Рукопис отримано: 08.10.2024 р.

Прийнято: 22.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-100-108

Молочні продукти – складні за хімічним складом та наділені комплексом різноманітних властивостей, які обумовлюють якість. Для науково обґрунтованого урахування цих властивостей необхідна інформація щодо реологічних характеристик продукту. Тому актуальним є проведення досліджень щодо застосування технологічних методів, які дають змогу цілеспрямовано впливати на структурно-механічні характеристики молочного продукту та ефективно управляти показниками якості, зокрема, консистенцією.

Метою роботи було дослідження реологічних показників молочних десертів з комбінованим складом сировини.

У статті представлено результати досліджень щодо визначення реологічних показників пудингу і крему, вироблених з використанням концентрату сироваткових білків, сухої демінералізованої сироватки, інуліну, пектину, рисового борошна, кукурудзяного крохмалю на різній молочній сировині.

Реологічні криві молочних десертів свідчать про їх структуровану природу. Структура пудингу на основі ретентату міцніша за аналогічний продукт на основі маслянки – його в'язкість за напруги зсуву 387,0 Па становить 205 Па·с, що на 11 % більше. В'язкість крему на основі ретентату дорівнює 102 Па·с, що на 50,2 % менше, ніж у пудингу. Найменш міцною виявлено структуру крему на основі маслянки, яка також потребує найбільшого зусилля для руйнування та має найменше значення еластичності.

Доведено, що молочні десерти виявляють здатність до самовідновлення та належать до пластично-в'язких коагуляційних систем за класифікацією акад. П.А. Ребіндера. Встановлено, що реологічні криві в'язкості молочних десертів характерні для структурованих систем. Показано, у що кремі та пудингу, виготовлених на основі ретентату, структура є більш міцною. Для збереження структури десертів рекомендується термомеханічне оброблення за швидкості зсуву до 50 с⁻¹, щоб мінімізувати руйнування зв'язків.

Ключові слова: молочні десерти, крем, пудинг, маслянка, ретентат, комбінований склад сировини, структура, реологічні показники, міцність, якість.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Структурно-механічні властивості молочних продуктів є одними з основних складових оцінювання якості [1]. Їх потрібно враховувати, щоб обрати оптимальні режими перероблення сировини і отримати високоякісні готові вироби, розробити раціональні конструкції технологічного обладнання тощо. Для сировини, напівфабрикатів і готових виробів структура продукту залежить від багатьох факторів: температури, вологості, тривалості й інтенсивності механічного і теплового оброблення, засобів і термінів зберігання, виду пакування, способів транспортування і багатьох інших причин.

Реологічні характеристики залежать від форми та розмірів тіла, швидкості навантаження, стану поверхні, впливу навколишнього середовища, температури, структури та інших факторів. Різниця в структурно-механічних властивостях молочних продуктів залежно від їх складу чітко проявляється під час деформації змінення форми.

Білково-поліцукридна взаємодія відіграє ключову роль у формуванні структури, текстури та органолептичних властивостей харчових продуктів. Це особливо актуально під час створення нових продуктів як-от: молочні десерти з додаванням рослинних інгредієнтів. Білки та поліцукриди, що містяться у складі молока та рослинної сировини, можуть взаємодіяти між собою на різних рівнях, формуючи складні структури, які впливають на консистенцію, в'язкість, стабільність і смакові характеристики кінцевого продукту.

Білки зазвичай мають здатність утворювати гелеві структури або стабілізувати піну, що надає десертам певної міцності та пружності. Поліцукриди, з іншого боку, можуть виступати як згущувачі або стабілізатори, впливаючи на в'язкість і здатність продукту утримувати воду. Взаємодія білків та поліцукридів може мати синергічний ефект, посилюючи вплив на структуру та стабільність продукту. Проте можливі й антагоністичні ефекти, коли певні білки або поліцукриди можуть взаємодіяти у такий спосіб, що це призводить до розшарування або дестабілізації продукту.

Тенденція до збагачення харчових продуктів завжди мала велике значення і залишається актуальною сьогодні. Однак у разі додавання нових інгредієнтів до існуючої молочної рецептури важливо ретельно дослідити, як такі зміни впливають на харчову цінність продукту. Модифікація складу може

не лише підвищити його корисні властивості, але й вплинути на біодоступність поживних речовин, зміну органолептичних характеристик або структури продукту, тому необхідно забезпечити збалансованість цих впливів для збереження якості кінцевого продукту. Так, Zare та ін. [2] додавали сочевичне борошно в концентраціях 1–3 % (мас. / об.) до йогурту з метою оцінювання його впливу на фізичні та реологічні властивості протягом 28 днів зберігання. Вони виявили, що збільшення концентрації борошна зумовлювало зростання синерезису, а модуль зберігання був вищим у системах з 3 % борошна. Десерти на основі злаків, як-от: рис і пшениця набули популярності в Азії не лише через їх смак, але й завдяки високій поживній цінності. Джа та ін. [3] розробили метод продовження терміну зберігання молочного десерту, збагаченого далією (вареною та подрібненою пшеницею), та дослідили його фізико-хімічні властивості. Касем та ін. [4] вивчили рецептуру пудингу з підвищеним умістом розчинної клітковини, додавши бамію (2–8 %) для покращення реологічних властивостей (плинність і текстура) і поживної цінності (розчинна клітковина). Найкращі результати було отримано у разі додавання 2 % бамії, що відповідало мінімальним вимогам щодо вмісту клітковини, встановленим FDA, і забезпечувало високу сенсорну прийнятність.

Під час розроблення нових дисперсних систем для харчових продуктів реологічні та фізико-хімічні характеристики відіграють вирішальну роль. Так, Коста та ін. [5] вивчили реологічні властивості ферментованого рисового екстракту з високим вмістом складного крохмалю, адаптуючи результати до п'яти математичних моделей і дійшли висновку, що ступеневий закон є найбільш коректним для опису потоку. Декілька досліджень були присвячені аналізу взаємодії поліцукридів з молочними компонентами для покращення в'язкості та консистенції молочних десертів [6]. Починаючи з 2005 року, Vélez-Ruiz та ін. [7] охарактеризували реологічні властивості модельних систем заварного крему, зокрема вплив рівня молочного жиру та гідроколідів з огляду на їх важливість для текстури молочних десертів. Tárrega та ін. [8, 9], дослідили вплив молока на реологічні характеристики дисперсій крохмалю воскоподібної кукурудзи та тапіоки, щоб визначити їх внесок у плинність і в'язкопружність системи. Крохмаль і гідроколіди часто використовуються для покращення консистенції та інших функціональних

властивостей складних матриць, як-от: заварні креми та інші молочні продукти [7]. González-Thomas та ін. [10, 11] вивчали фізико-хімічні, реологічні та сенсорні характеристики молочних десертів, збагачених інуліном як новим функціональним компонентом. Alamprese і Mariotti [12] досліджували вплив різних заміників молока (частково знежирене молоко, соєві та рисові напої) на властивості паст, реологію та текстуру пудингів. Токер та ін. [13] оцінили взаємодію гуарової та ксантанової камеді, альгінату та карагенану, а також їх вплив на плинність молочних десертів. Хоча на початку 21-го століття було проведено багато таких досліджень, ще залишаються невивчені аспекти. Окремі досліді включають змінні, як-от: нові інгредієнти чи методи оброблення. Наприклад, Сапата-Норенья та ін. [14] досліджували вплив додавання пребіотичної камеді до рецептури десертів на основі заварного крему. Крім модифікації інгредієнтів також розглядаються додаткові харчові властивості.

Важливо зазначити, що, незважаючи на значний інтерес до поліпшення функціональних і поживних властивостей молочних продуктів, все ще залишається обмежена кількість досліджень, які аналізують вплив білково-поліцукридних комбінацій на структурно-механічні характеристики молочних продуктів.

Враховуючи вищезначене, **метою роботи** є дослідження реологічних показників молочного десерту з використанням концентрату сироваткових білків, сухої демінералізованої сироватки, інуліну, пектину, рисового борошна, кукурудзяного крохмалю на різній молочній сировині. Застосування білково-поліцукридних комбінацій дасть змогу не тільки покращити функціональні властивості пудингу і крему, як-от: текстура, в'язкість та стабільність, а й підвищити їх поживну цінність завдяки збагаченню білками, клітковиною та іншими корисними елементами.

Матеріали та методи досліджень. Предметом досліджень були молочні десерти (пудинг і крем) на основі вторинної молочної сировини (маслянки і ретентату) з використанням білкових компонентів (сухе знежирене молоко, сухий концентрат сироваткових білків (КСБ), отриманий у результаті ультрафільтрації з масовою часткою білка 80 %; сироватка підсирна демінералізована суха (ССД), отримана методом нанофільтрації з рівнем демінералізації 40 % (желатин), і вуглеводних компонентів (рисове борошно,

пектин високометоксильований, інулін, кукурудзяний крохмаль).

Ефективну в'язкість молочних десертів визначали на ротаційному віскозиметрі ATAGO-895 VISCO з використанням вимірювальних циліндрових пристроїв S/S₂ та фіксували показники в'язкості з електронного табло. Вимірювальний циліндр (роттор) S₂ був обраний з таким розрахунком, щоб градієнтний шар поширювався на всю товщину шару продукту, розміщеного у кільцевій щілині вимірювального пристрою віскозиметра. Для кожного досліді брали нову порцію продукту і після досягнення заданої температури термостатували її протягом 20 хвилин.

Для визначення ефективної в'язкості та напруги зсуву будували криві плинності (реограми) у діапазоні збільшення та зменшення швидкості деформації від 0,33 до 145,8 с⁻¹.

Дослідження виконували п'ятикратно у трьох ідентичних зразках молочних десертів. Для порівняння середніх значень використовували множинне порівняння Тьюкі-Крамера, враховуючи, що спостерігалися суттєві відмінності за $p < 0,05$. Результати експериментальних даних обробляли методом математичної статистики за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 12.0.

Результати дослідження та обговорення. Для забезпечення високої якості продуктів важливу роль відіграють реологічні дослідження, оскільки вони дозволяють точно визначити поведінку продукту в умовах прикладання напружень. Ці дослідження дають змогу встановити взаємозв'язок між напруженням та деформацією під час оброблення продукту, що дозволяє отримати ключові характеристики процесу формування структури продукту. Зокрема, вивчення структурно-механічних властивостей молочних десертів за допомогою аналізу кривих течії дає можливість детально охарактеризувати як продукт поводить себе під впливом різних навантажень і швидкостей деформації. Це є критичним для розуміння механізмів руйнування структурних зв'язків, плинності та еластичності системи.

Нами було проведено дослідження щодо визначення ефективної в'язкості молочних десертів на різній молочній основі. Показник ефективної в'язкості відображає складність процесу течії системи під дією зовнішніх сил, а також отримання повної реологічної кривої достатньою мірою зруйнованих структур. Результати досліджень представлено на рис. 1.

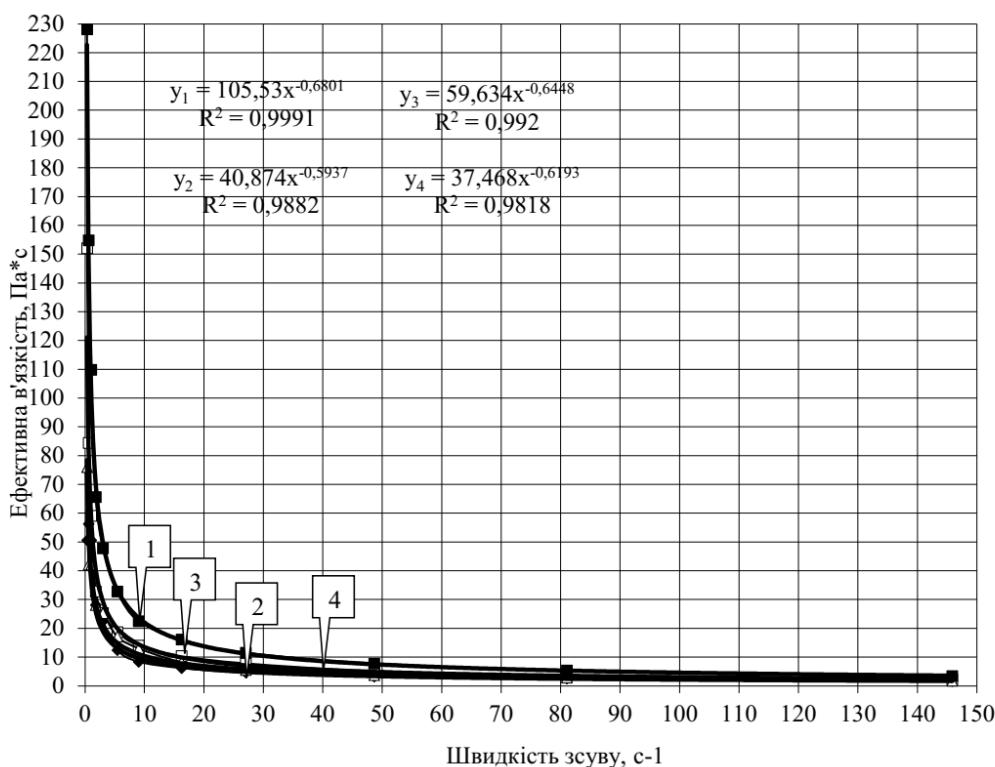


Рис. 1. Реологічні криві в'язкості молочних десертів: на основі ретентату – пудингу (1) і крему (2); на основі маслянки – пудингу (3) і крему (4).

Реологічні криві в'язкості молочних десертів притаманні для структурованих систем. Вони наділені аномалією в'язкості, пов'язаною зі зміною в'язкості від швидкості та напруги зсуву. За підвищення швидкості зсуву в'язкість структури знижується в досить вузькому інтервалі напруги, а після повного руйнування структури в'язкість залишається сталою. Це означає, що ефективна в'язкість з підвищенням напруги плавно зменшується в діапазоні від η_0 до η_m , відповідає критичній нарузі P_m , вище якої η_m залишається сталою. В'язкість зруйнованої структури (η_m) всіх зразків молочного десерту дорівнює 29 Па·с. Аналіз кривих, що характеризує $\eta=f(P)$, вказує на те, що в'язкість пудингу на основі ретентату найвища і дорівнює 205,0 Па·с за напруги зсуву 387,0 Па; найменша в'язкість за тієї ж напруги зсуву у кремі на основі маслянки і дорівнює 102,3 Па·с. За напруги зсуву 960,0 Па в'язкість крему на основі ретентату дорівнює 85,0 Па·с, пудингу на основі маслянки – 66,0 Па·с. За напруги зсуву 1430,0 Па в'язкість обох систем практично вирівнюється і дорівнює 29,4 Па·с.

Необхідно зазначити, що у кремі та пудингу, виготовлених на основі ретентату, структура міцніша. Так, якщо в'язкість пудингу на основі ретентату за напруги зсуву 387,0 Па відповідає 205,0 Па·с, то в'язкість пудингу на основі маслянки за тих самих умов відповідає 184,0 Па·с, тобто на 11,0 % менше. В'язкість крему на основі ретентату за тієї ж напруги зсуву дорівнює 102,0 Па·с, тобто на 50,2 % менше, крему на основі маслянки – 121,0 Па·с, тобто на 41,0 % менше в'язкості пудингу.

Для проведення оцінювання міцності міжмолекулярних зв'язків у структурі молочних десертів було побудовано реограми течії молочних десертів (рис. 2).

За відомих реологічних характеристик можна з високою точністю визначити значення напружень або деформацій, які виникають під час оброблення продукту та отримати необхідні параметри процесу. Це дозволяє оптимізувати технологічні умови, як-от: температура, швидкість змішування або час оброблення, для забезпечення стабільності та бажаної текстури кінцевого продукту.

Наприклад, за допомогою реологічних моделей можна передбачити поведінку продукту під час транспортування, фасування або зберігання, що особливо важливо для харчових продуктів з певною консистенцією, як-от: молочні десерти. Крім того, реологічні властивості продукту можуть слугувати індикатором його якості, оскільки вони є частиною об'єктивної реальності продукту. Властивості, як-от: в'язкість, плинність, пружність і здатність до деформації відображають структуру продукту на мікрорівні та його реакцію на зовнішні впливи. Отже, за допомогою реологічних вимірювань можна не лише контролювати якість продукції на різних етапах виробництва, а й здійснювати стандартизацію продуктів, що є важливим фактором у забезпеченні стабільної якості для споживачів. Реологічні параметри дають змогу оцінити такі характеристики, як текстура, густина, стійкість до розшарування або зміни форми, що безпосередньо впливають на сприйняття продукту споживачами.

Тому аналізування кривих течії (рис. 1 і 2) дозволяє визначити такі константи: $P_{к1}/P_{к2}$ – міцність структурованих зв'язків (чим вище це відношення, тим міцніші зв'язки в структурі), $P_m/P_{к1}$ – характеризує діапазон напружень, за яких відбувається руйнування системи, $P_{к2}$ – умовно динамічний поріг плинності. Якщо $P_{к1} > 0$, то система має властивості структуро-

ваного твердого тіла, P_m – характеризує міцність утвореного структурованого каркасу. Результати проведених розрахунків наведено у таблиці 1.

З таблиці 1, видно, що міцність структурних зв'язків зразків молочних десертів різна: найміцніша структура у пудингу на основі ретентату, найслабша – у кремі на основі маслянки. Водночас найбільше зусиль необхідно докласти для руйнування структури крему на основі маслянки і в ньому ж – найменша еластичність, гранична напруга зсуву та міцність каркасу.

З отриманих даних можна дійти до висновку, що молочні десерти здатні мимоволі відновлюватися після руйнації. Водночас після руйнування міцність продукту наростає поступово, очевидно внаслідок броунівського руху вискодисперсних частинок, потрапляючи на коагуляційні контакти. Крім того, течія системи починається тільки після досягнення критичного значення напруги зсуву (межі плинності), після досягнення якого починається пластичний перебіг. Тому, згідно з класифікацією акад. П. А. Ребіндера [15], молочні десерти можна віднести до пластично-в'язких структурованих систем коагуляційного типу. Такі системи утворені взаємодією між частинками та молекулами через прошарки дисперсійного середовища за рахунок Ван-Дер-Ваальсових сил зчеплення [16].

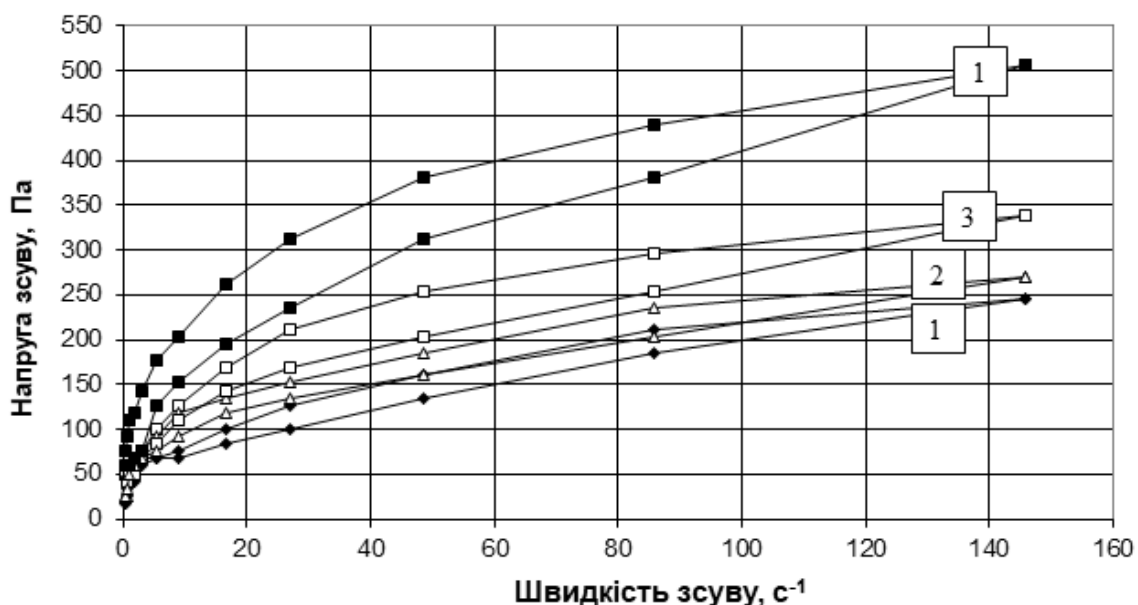


Рис. 2. Криві течії молочних десертів: на основі ретентату – пудингу (1) і крему (2); на основі маслянки – пудингу (3) і крему (4).

Таблиця 1 – Реологічні характеристики молочних десертів на різній молочній основі (n=3, P=0,95)

Найменування показників	Пудинг на основі		Крем на основі	
	ретентату	маслянки	ретентату	маслянки
Найбільша в'язкість (η_0), Па·с	2,07	1,80	1,22	1,01
Найменша в'язкість (η_m), Па·с	0,25	0,25	0,21	0,20
Міцність утвореної структури ($\eta_0 - \eta_m$), Па·с	1,82	1,55	1,01	0,81
Напруження, за яких відбувається утворення системи ($P_{к1}$), Па	55,28	55,28	27,64	13,81
Умовно динамічний поріг плинності ($P_{к2}$), Па	1100,0	960,0	780,0	620,0
Міцність каркасу (P_m), Па	1480,0	1410,0	1190,0	1080,0
Міцність зв'язків ($P_m/P_{к2}$)	1,35	1,47	1,53	1,74
Діапазон напружень, за яких відбувається руйнування системи ($P_m/P_{к1}$)	26,8	25,5	43,1	78,2
Еластичність, kN/m ²	4,97	3,83	3,29	1,09
Гранична напруга зсуву, kN/m ²	2,85	2,14	1,53	1,21

З огляду на результати проведених досліджень, необхідно визначити рівень руйнування структури молочних десертів залежно від швидкості зсуву, оскільки цей параметр є ключовим для розуміння поведінки продукту під час різних етапів виробництва, зберігання та споживання. Швидкість зсуву безпосередньо впливає на реологічні властивості десертів, зокрема, на їх в'язкість, плинність та міцність структурних зв'язків. Підвищення швидкості зсуву може спричинити значне руйнування структурного каркасу продукту, що призведе до втрати бажаної консистенції, появи синерезису або розшарування, особливо в напівтвердих системах. Навпаки, оптимальний рівень швидкості зсуву допомагає не втратити стабільність десерту, зберігаючи його текстурні та органолептичні властивості. Врахування цієї залежності дає змогу не лише контролювати процес виробництва молочних десертів, але й розробляти нові рецептури з урахуванням їх реологічних характеристик. Дослідження також мають на меті виявити критичні точки, за яких структура десерту починає піддаватися незворотним змінам, що дасть змогу виробникам оптимізувати технологічні процеси для мінімізації руйнування та забезпечення високої якості кінцевого продукту.

Рівень руйнації визначено за величиною α , що показує ту частину структурної сітки, яка зруйнувалася під дією швидкості зсуву на відміну від первинної (рис. 3).

Для зручності дослідження процесу руйнування структури молочних десертів було умовно поділено процес руйнування на три зони: I – за швидкості зсуву 0...50 с⁻¹; II – за швидкості зсуву 50...250 с⁻¹; III – за швидкості 250...450 с⁻¹ (табл. 2).

Аналіз отриманих даних (табл. 2) продемонстрував, що у першій зоні за швидкості зсуву від 0 до 50 с⁻¹ відбувається найбільше руйнування структури зразків молочного десерту, найбільш зруйнована структура крему на основі маслянки становить 55,0 %, що на 16,0 % більше, ніж у пудингу на основі ретентату. Рівень руйнування пудингу на основі маслянки на 11,5 % більший, ніж на основі ретентату; крему на основі маслянки на 4,0 % менший, ніж на основі ретентату.

У другій зоні за швидкості зсуву від 50 до 250 с⁻¹ руйнація структури зразків молочного десерту відбувається значно плавніше і руйнується у пудингу: на основі ретентату на 30,0 %, на основі маслянки на 22,0 %, у крем: на основі ретентату на 12,0 %, на основі маслянки на 16,0 %. Тобто, в другій зоні найбільшому руйнуванню структури піддається пудинг на основі ретентату.

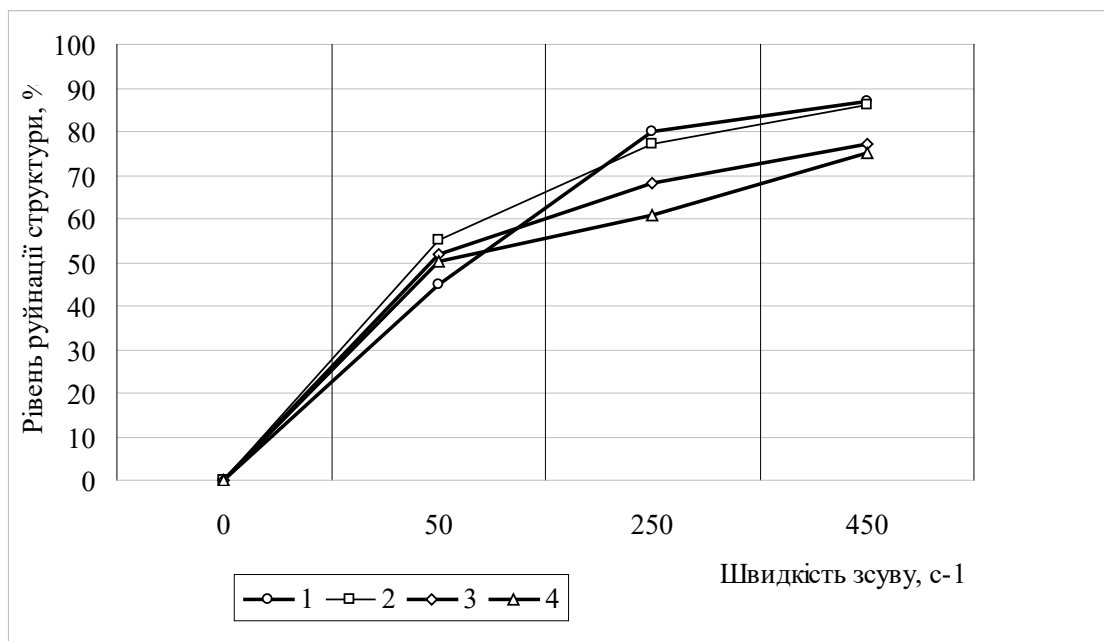


Рис. 3. Процес руйнування структури молочних десертів: на основі ретентату – пудингу (1) і крему (2); на основі маслянки – пудингу (3) і крему (4).

Таблиця 2 – Рівень зруйнованої структури молочних десертів щодо швидкості зсуву

Зони руйнації структури	Рівень зруйнованої структури, %			
	пудингу на основі		крему на основі	
	ретентату	маслянки	ретентату	маслянки
I (0...50 с ⁻¹)	0-45,0	0-55,0	0-52,0	0-50,0
II (50...250 с ⁻¹)	46,0-80,0	56,0-77,0	53,0-68,0	51,0-61,0
III (250...450 с ⁻¹)	81,0-87,0	78,0-86,0	69,0-77,0	62,0-75,0

Аналізуючи третю зону за швидкості зсуву від 250 до 450 с⁻¹, бачимо, що руйнація структури зразків молочного десерту сповільнюється і руйнується в межах 3–8 %.

Отже, зразки пудингу на основі ретентату в першій зоні руйнуються найменше, а за підвищення швидкості зсуву збільшується рівень руйнації структури. Зразки крему на основі ретентату найлегше руйнуються у першій зоні, а за підвищення швидкості зсуву руйнація структури сповільнюється. У зразках пудингу на основі маслянки стійкість до руйнації структури менша за швидкості зсуву від 0 до 50 с⁻¹, за збільшення швидкості зсуву підвищується стійкість до руйнації структури. На відміну від пудингу крем на основі маслянки більш стійкий до руйнування структури.

Тому для кращого збереження структури молочних десертів під час вироблення необхідно піддавати термомеханічному обробляю за швидкості зсуву не більше ніж, 50 с⁻¹.

Висновки. Доведено, що молочні десерти здатні мимоволі відновлюватися після руйнації, що є підставою віднести їх до пластично-в'язких структурованих систем коагуляційного типу, згідно з класифікацією акад. П. А. Ребіндера. Крім того, встановлено, що реологічні криві в'язкості молочних десертів характерні для структурованих систем.

Показано, у що крем та пудингу, виготовлених на основі ретентату, структура міцніша. Так, якщо в'язкість пудингу на основі ретентату за напруги зсуву 387,0 Па дорівнює 205,0 Па·с, то в'язкість пудингу на основі маслянки за тих же умов дорівнює

184,0 Па·с, тобто, на 11 % менше. В'язкість крему на основі ретентату за тієї ж напруги зсуву дорівнює 102,0 Па·с, тобто, на 50,2 % менше, крему на основі маслянки – 121,0 Па·с, тобто, на 41,0 % менше в'язкості пудингу.

Виявлено, що найменш міцна структура у пудингу на основі ретентату, найслабша у кремлі на основі маслянки. Водночас найбільше зусилля необхідно прикласти для руйнування структури крему на основі маслянки, і в ньому ж найменша еластичність, гранична напруга зсуву та міцність каркасу.

Встановлено, що для кращого збереження структури молочних десертів під час виробництва рекомендується застосовувати термомеханічне оброблення за швидкості зсуву, що не перевищує 50 c^{-1} . Це дасть змогу мінімізувати руйнування структурних зв'язків у продукті, зберігаючи його текстуру та консистенцію на оптимальному рівні.

REFERENCES

1. Shapoval, S.L., Romanenko, R.P., Forostyana, N.P. (2017). Diagnostics of physical properties of food products: monograph. Kyiv. national trade and economy Univ. Kyiv, 192 p. (In Ukrainian).
2. Zare, F., Boye, J.I., Orsat, V., Champagne, C., Simpson, B.K. (2011). Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. *Food Res. Int.* 44, pp. 2482–2488.
3. Jha, A., Murlu, P., Ashok, A., Gopal, T.K.S.R., Chandragiri, N.R. (2012). Development of a process for shelf stable dairy dessert dalia and its physico-chemical properties. *LWT Food Sci. Technol.*, 49, pp. 80–88.
4. Qasem, A.A.A., Alamri, M.S., Mohamed, A.A., Hussain, S., Mahnood, K., Braheem, M.A. (2016). High soluble-fiber pudding: Formulation, processing, texture and sensory properties. *J. Food Process. Preserv.*
5. Costa, K.K.F.D., García, M.C., Ribeiro, K.O., Soares, M.S., Caliari, M. (2016). Rheological properties of fermented rice extract with probiotic bacteria and different concentration of waxy maize starch. *LWT Food Sci. Technol.*, 72, pp. 71–77.
6. Richter, R.F., de Pereira-Netto, A.B., Meira, S.J.L., Isidoro, H.C.W., Bilesky, C.L.M. (2011). Apparent viscosity of a skim milk based dessert: Optimization through response surface methodology. *Food Nutr. Sci.*, 2, pp. 90–95.
7. Aguilar-Raymundo, V.G., Vélez-Ruiz, J.F. (2018). Physicochemical and Rheological Properties of a Dairy Dessert, Enriched with Chickpea Flour. *Foods*. 7 (2), 25 p. DOI:10.3390/foods7020025. PMID: 29463036; PMCID: PMC5848129.
8. Medeiros, S.R.A., Alves de Oliveira, V., Cruz de Oliveira, A.M., Araujo, M.L.H., de Andrade Feitosa, J.P., Monteiro de Paula, R.C., Domingos de Sousa, F., de Oliveira Monteiro Moreira, A.C., José Beserra, F., de Azevedo Moreira, R. (2020). Caesalpinia pulcherrima seed galactomannan on rheological properties of dairy desserts. *Food technology Ciência Rural, Santa Maria*. DOI:10.1590/0103-8478cr20190176.
9. Alfano, E.H., Crosta, T., Martinez, M.J., Perez, O.E., Farias, M.E. (2017). Submicron O/W emulsions embedded into modified waxy maize starch based matrix: Rheological and microstructural characterization. *Food Hydrocolloids*. 67, pp. 120–129.
10. González-Tomás, L., Bayarri, S., Costell, E. (2009). Inulin-enriched dairy desserts: Physicochemical and sensory aspects. *J. Dairy Sci.*, 92, pp. 4188–4199.
11. González-Tomás, L., Bayarri, S., Costell, E. (2009). Flow behavior of inulin-enriched dairy desserts: Influence of inulin average chain length. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 44, pp. 1214–1222.
12. Alamprese, C., Mariotti, M. (2011). Effects of different milk substitutes on pasting, rheological and textural properties of puddings. *LWT Food Sci. Technol.*, 44, pp. 2019–2025.
13. Toker, O.S., Dogan, M., Caniyilmaz, E., Ersöz, N.B., Kaya, Y. (2013). The effects of different gums and their interactions on the rheological properties of a dairy dessert: A mixture design approach. *Food Bioprocess Technol.* 6, pp. 896–908.
14. Zapata-Noreña, C.P., Bayarri, S.E., Costell, E. (2015). Effects of xanthan gum additions on the viscoelasticity, structure and storage stability characteristics of prebiotic custard desserts. *Food Biophys.*, 10, pp. 116–128.
15. Mezger, T. (2020). The rheology handbook for users of rotational and oscillatory rheometers. Vincentz Network, 528 p.
16. Prakash, S. (2017). Rheology to tribology: applications of tribology in studying food oral processing and texture perception. *Advances in Food Rheology and Its Applications (Second Edition)*. Development in Food Rheology. pp. 81–104.

Study of structural and mechanical characteristics of dairy desserts with a combined composition of raw materials

Rudakova T., Minorova A., Moiseeva L., Krushelnytska N., Narizhnyy S., Osipenko I., Bovkun A.

Dairy products are complex in chemical composition and have a range of various properties that determine their quality. For a scientifically based consideration of these properties, information on the rheological characteristics of the product is necessary. Therefore, it is important to conduct research on the use of technological methods that allow for a targeted impact on the structural and mechanical characteristics of a dairy product and the effective management of quality indicators, particularly consistency.

The aim of the study was to investigate the rheological characteristics of dairy desserts with a combined composition of raw materials.

The article presents the results of research on determining the rheological parameters of pudding

and cream made using whey protein concentrate, dry demineralized whey, inulin, pectin, rice flour, corn starch on various dairy raw materials.

The rheological curves of dairy desserts indicate their structured nature. The structure of the retentate-based pudding is stronger than that of the butter-based product - its viscosity at a shear stress of 387.0 Pa is 205 Pa-s, which is 11% higher. The viscosity of the retentate-based cream is 102 Pa-s, which is 50.2 % less than that of the pudding. The structure of the buttermilk-based cream, which also requires the greatest effort to break and has the least elasticity, was found to be the least durable.

It has been proven that dairy desserts show the ability to self-heal and belong to plastic-viscous coagulation systems according to the classification of Acad. PAS. Rebinder. It was established that the rheological viscosity curves of dairy desserts are characteristic of structured systems. It is shown that the structure of cream and pudding made on the basis of retentate is stronger. To preserve the structure of desserts, thermo-mechanical treatment at a shear rate of up to 50 s⁻¹ is recommended to minimize the destruction of bonds.

Key words: dairy desserts, cream, pudding, buttermilk, retentate, combined composition of raw materials, structure, rheological parameters, strength, quality.



Copyright: Рудакова Т.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Рудакова Т.В.

<https://orcid.org/0000-0002-7017-735X>

Мінорова А.В.

<https://orcid.org/0000-0002-7557-1444>

Моїсєєва Л.О.

<https://orcid.org/0000-0001-8845-1487>

Крушельницька Н.Л.

<https://orcid.org/0000-0002-3549-320X>

Наріжний С.А.

<https://orcid.org/0000-0001-5478-3221>

Осіпенко І.С.

<https://orcid.org/0000-0002-0598-0090>

Бовкун А.О.

<https://orcid.org/0000-0002-3174-0963>

UDC 638.12:638:132

Conservation of wild western honey bees *Apis Mellifera* in the Polissia natural zone of Ukraine: history, sources of nectar and pollen

Sichenko O.¹, Kryvyi M.¹ , Horchanok A.² ,
Kuzmenko O.³ , Tytariova O.³ 

¹ Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

² Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

³ Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Kyiv region, Ukraine



Січенко О.М., Кривий М.М., Горчанок А.В., Кузьменко О.А., Титарьова О.М. Збереження диких західних медоносних бджіл *Apis Mellifera* у Поліській природній зоні України: історія, джерела нектару та пилку. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 109–121.

Sichenko O., Kryvyi M., Horchanok A., Kuzmenko O., Tytariova O. Conservation of wild western honey bees *Apis Mellifera* in the Polissia natural zone of Ukraine: history, sources of nectar and pollen. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 109–121.

Рукопис отримано: 06.11.2024 р.

Прийнято: 19.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-109-121

Preservation of the diversity of wild honey bees is complicated by insufficient knowledge about their distribution and status in individual territories. The wild population of the western honey bee *A. Mellifera*, which exists in the territory of Polissia of Ukraine, is an aboriginal subspecies and a natural component of the fauna of these places. The purpose of the research is to assess the current state of this population, which has been preserved thanks to the development of the ancient craft of local residents for extracting honey – «bortnitsvo». Such beekeeping is based on the capture of wild swarms and does not involve selective breeding. Wild honey bees are a valuable genetic resource for biodiversity conservation, as they are an important reservoir of local adaptations that determine their survival in the wild. The results of the physical and chemical analysis of honey obtained from the apiaries of local beekeepers of the Polissia Nature Reserve: diastase – 29.73DN, pH – 4.9, F/G – 1.41, HMF – 6.33mg/kg, proline – 608.87mg/kg, and melissopalynological analysis of pollen in honey, % (*Calluna vulgaris* – 35, *Potentilla erecta* – 19, *Frangula alnus* – 10, *Lamium purpureum* – 8, *Vaccinium myrtillus L* – 5, *Sisymbrium officinale L* – 5, *Quercus robur L* – 4, etc.) confirmed its botanical origin and value as a source of nutrients for bees.

The assessment of the frequency of pollen grains showed the absence of pollen of one species in more than 45%. Only two species are defined as secondary. This is the pollen of the *Calluna vulgaris L family (Ericaceae)* – 35 % and *Potentilla erecta L (Rosaceae)* – 19 %. Pollen of such species as *Frangula alnus L (Rhamnaceae)*, *Lamium purpureum L (Lamiaceae)*, *Vaccinium myrtillus L (Ericaceae)*, *Sisymbrium officinale L (Brassicaceae)*, *Quercus robur L (Fagaceae)*, *Artemisia vulgaris L (Asteraceae)*, although they occupy the studied honey together 35 % of the total volume of pollen, however, according to the classification, each of these species is defined as important secondary.

Pollen of *Potentilla erecta L*, *Frangula alnus L*, *Lamium purpureum L*, as species with the longest flowering season, remain available almost throughout the honey collection season, and the anemophilic pollen-producing tree of the Fagaceae family *Quercus robur L* is a common source of pollen for honey bees in Polissia forests.

Key words: aboriginal subspecies, beekeeping, pollen, fresh honey, wild honey bees.

Problem statement and analysis of recent research. Bees (*Apidae*) are the most important group of pollinators, represented by 20,000 species, but most of them are wild species (Ollerton, Winfree, & Tarrant, 2011). Wild and managed pollinators support biodiversity to maintain ecosystem stability and provide human food (Klein et al., 2007, Potts et al., 2016). Pollinator depletion is one of the most pressing global environmental challenges of the 21st century (Gilbert, 2014, Goulson, Nicholls, Botias, & Rotheray, 2015, Alaux, Le Conte, & Decourtye, 2019). In fact, the situation is complex and controversial, both regarding pollinator coexistence and pollinator – flower interactions (Potts, et al., 2010, Prado, et al., 2020, Elliott et al., 2021).

Conservation of wild bees is complicated by insufficient knowledge about the distribution and status of different species in individual territories, due to their great diversity and variations in life histories (Pirk et al., 2017, Wood et al., 2020). In particular, there is debate over the threat posed by both managed and wild honey bees to native bees, and whether managed honey bees should be excluded from protected areas to minimize their impact on native bees (Goulson, 2003, Henry & Rodet, 2018, Requier et al., 2019).

However, studying the quality of life, the state of wild honey bee populations at the national level and individual territories will help identify threatened regions, as well as take the necessary measures for their conservation on a continent-wide scale. (Requier et al., 2019, Requier, 2019a, Parreño, et al., 2022).

The western honey bee, *Apis mellifera*, is the most widespread and best-studied species of agricultural bee worldwide. This species exhibits a multifaceted nature, both native and exotic, managed and "wild" in many regions. (Requier et al., 2019, Klein et al., 2007). In Europe, the local area of *A. mellifera* is limited to 60°N. (Ruttner, 1988), its colonies, as a commercially important species, are controlled by beekeepers. However, recent studies have highlighted the role of managed populations of the western honey bee *Apis mellifera* as a potential threat to wild pollinators, so their number in natural areas should be regulated (Moritz, Hartel, & Neumann, 2005, Henry & Rodet, 2018, Wood et al., 2020).

In addition, wild honey bees are associated with forests around the world, as the flowers provide them with nutrients and the trees provide shelter for the swarms. Therefore, such natural areas are critically important for the conservation of local subspecies and genotypes

(Alaux, Ducloz, Crauser, & Conte, 2010, Alaux et al., 2017, Parreño, et al. 2022).

Therefore, forest ecology and beekeeping in forested or agroforestry areas must include an understanding of both managed and wild populations, including native or introduced subspecies, to encourage integrated conservation planning for all wild bees (Hill, & Webster, 1995, Moritz, Hartel, & Neumann, 2005, Cannizzaro, Keller, Wilson, & Elliott, 2022). Interactions between populations of different pollinator species (Amaya-Márquez, 2009, Alaux et al., 2017, Requier, & Leonhardt, 2020) and flowering plants, the available food landscape, and the health status of bees are crucial in determining how floral communities and appropriate conservation measures can support these populations (De la Rúa, Jaffé, Dall'Olio, Munoz, & Serrano, 2009, Di Pasquale, et al., 2013, Frias, Barbosa, & Laurencó, 2016). At the moment, there is no scientifically based information about the number of wild honey bees *A. mellifera* in Ukraine, there is not enough information about the genetic relationship and the degree of genetic isolation of individual populations, the level of anthropogenic influence on them. In particular, information on their forage preferences and pollen diet is needed to study and conserve ecologically and genetically valuable wild honey bees.

Purpose and tasks. We consider the western honey bee *A. mellifera*, which has long existed in the territory of Polissia of Ukraine, as an aboriginal subspecies and a natural component of the fauna, and confirm its current status as a wild population in these territories. We also define as "wild" all honey bee colonies that live here without human intervention, regardless of potential past human-assisted hybridization.

The purpose of our research is to assess the threats and pay attention to the current state of the wild population of *A. mellifera* in the territory of Ukrainian Polissia, to present a picture of the range of this subspecies of honey bees, which has been preserved thanks to the development of the ancient craft of the local population of honey extraction in this region – "bortnitsvo".

Therefore, our task was to collect data on today's distribution of "bortnitsvo", to investigate and evaluate the physicochemical characteristics of honey samples produced by wild colonies of *Apis mellifera*, to determine the botanical sources of nectar and pollen in the surrounding landscapes, which key flower species and groups plants are visited by honey bees living in a wild/ semi-wild state on the territory of the Polissia Nature Reserve.

This study has a methodological weakness related to the fact that we collected samples for the study once in early autumn at the end of the honey collection period. Bees collect and use pollen intensively in the spring when they need protein, so we were unable to determine exactly how much pollen is collected from spring honeydew, as it is used for mass rearing of brood in the early spring period. We did not take into account the phenology of plant flowering and pollen formation, weather conditions, but determined periods when wild honey bees may experience a shortage of pollen and nectar. In our region, this is the beginning of spring, and also, the second half of summer, before the flowering of *Calluna vulgaris* L.

Location and short history. Ukrainian Polissia is a part of Polissia, which covers the zone of mixed forests and the Polissia lowland within the borders of Ukraine. In the extreme northwest of the territory of the Zhytomyr region, in the Polissia lowland, the Polissia nature reserve is located. It occupies an area of 20104 hectares with geographical coordinates of 51°32'05" N. sh. 28°06'20"E, online address: <http://polesye-reserve.in.ua/museum-drs/borti/borti.html>. The landscape of this area is swamps and forest-swamp complexes with pine forests and sandy hills, and low-lying areas are covered with honey-bearing plants. Free access to the reserve, complete deforestation, reclamation works, hunting, fishing, mushroom and berry picking are prohibited here. Such natural conditions, as well as the consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant in 1986, ensured weak urbanization and isolation of settlements here and contributed to the preservation of the traditional occupation of the local population – forest beekeeping, which has long been called "bortnitsvo". The small village of Selezivka is located on the protected area, the center of the reserve, where most of the residents are engaged in collecting forest honey.

Forest beekeeping in Polissia of Ukraine nowadays is the keeping of bees in logs made of pine wood, which in Polissia have received the local name "bort". Thus, in addition to traditional beekeeping with the breeding of bees in hives, which are fully cared for by beekeepers, in the north-western part of Ukraine, there is a unique form of it – "bortnitsvo", which has been preserved in a slightly modified form since the times of Kyivan Rus (IX- XIII century).

For centuries, wild honey bees have settled among Polissia forests in hollow, most often pine trees, in which a gap has appeared as a result of a lightning strike, or for other reasons

the middle part has rotted and a hole has formed. Such openings are ideal for the habitat of wild bees. They firmly close the holes with propolis, protecting themselves from other insects, and thus create additional insulation for the winter. Such "settlement" has its advantages for the forest and tree – in particular, there is no rotting and damage to the wood, because the wax and propolis produced by bees have a disinfecting effect on the environment. The next period of development, most of which has survived to our time, is to put pine logs on trees with holes hollowed out for bees. Forest logs can serve up to 100 years and be passed down in the family to several generations of boarders as heirlooms.

The method of keeping bees in the "bort". Nowadays, local beekeepers use such beehives made of logs, which are fixed on trees. They call these logs "bort". The place for installing such a "bort" is carefully chosen in the forest. Usually they are placed on strong branches and on wooden spokes dug into the tree, at a height of 10-20 meters. The tree where the bees settled is highly valued, because not always the bee colony will settle in the place chosen by the beekeeper, and therefore, sometimes it is necessary to move logs from one tree to another for years. To protect against rain, the bort is covered with boards. Bort are made from old pines with a porous core with a diameter of 50 cm or more. In the middle of the log, a chamber with a height of 1.5-1.8 meters is hollowed out, with the calculation that the thickness of the walls is at least 10 cm. A wooden bar and a longitudinal lath on pegs close the hole in size (15 cm wide, 50 cm high) into a vertically hollow ovoid chamber where bees build their nest with honeycombs. On the opposite side of the log there is an opening for flying bees. In a thick, dry hive weighing more than 100 kg, bees can easily withstand frosts and do not overheat in summer. Photo: Vyshgorod Historical and Cultural Reserve. https://yizhakultura.com/material/20200727_0034

In the forests of Polissia until our time, extracting honey from a log inhabited by bees is considered the most convenient method of beekeeping, even after the invention of the frame beehive. According to the employees of the Polissia Nature Reserve, about 1800 borts are concentrated in this territory and in a 15-kilometer zone around it – this is more than 70% of all borts in Polissia. Today's Polissia beekeeper – "bortnyk" has an average of 20-30 hives suitable for keeping bees, of which about half are inhabited by bee families. The intervention of beekeepers in the life of such a bee family is reduced only to the collection of

honey at the end of summer. They open the log and use a beekeeper's knife to cut out the honey along with the combs, leaving the necessary amount of food for the wintering of the family, because such bees do not receive the usual sugar feeding. Honey is taken from the bort only once a year, usually in autumn, and not much – up to 10 kg at most, maybe not every year. A part has to be left for the bees for successful wintering.

With this method of keeping, there is no influence of the beekeeper on the selection and breeding of bees. The genetics of such populations of honey bees in Ukraine has not been sufficiently studied, but this beekeeping is based on the capture of wild swarms and does not involve selective breeding. In our opinion, wild populations of the western honey bee in Ukrainian Polissia represent a very valuable genetic resource for the preservation of biological diversity.

the nesting of wild swarms, is also particularly important for the preservation of local subspecies and genotypes of bees. However, in the last decade, the area of the buffer zone around the reserve has undergone large-scale changes in land use (Kryvyi, Yushchenko, Dikhtiar, Lisohurska, & Stepanenko, 2021) due to increased planting of agricultural crops, in particular *Helianthus annuus* and the production of sunflower honey by managed colonies of *Apis mellifera*. It is possible that many native and endemic bee species found there will be threatened by habitat loss and hybridization (Moritz, Härtel, & Neumann, 2005, Requier et al., 2019). Wild honey bees, pollinating plants, play their role as an integral element in the life of the forest ecosystems of the Ukrainian Polissia, but the interaction between managed and wild honeybees in the Polissia landscapes needs research.



Fig. 1. Wild western honey bees in the natural zone of Ukrainian Polissya.

Threats and problems for the conservation of wild populations. The entire northern part of Ukrainian Polissia, including the territory around the nature reserve, has a rich species composition of plant taxa (Sichenko, Kryvyi, & Dikhtiar, 2021). They bring a diversity of flowers to the diet of pollinators, which is important for them (Hendriksma, & Shafir, 2016, Requier, & Leonhardt, 2020, Jachuła, Denisow, Wrzesień, & Ziółkowska, 2022) and is generally absent in the surrounding farmland. The presence here of old trees with cavities, which are necessary for

As the experience of various European countries shows, migratory beekeeping and queen trade combined with a system of promiscuous mating exposes the growing introgressive hybridization of native European honey bees with managed non-native subspecies, which leads to the loss of valuable combinations of traits formed by natural selection. Scientists suggest that a large part of the *A. mellifera* population across Europe is now artificially hybridized (De la Rúa, Jaffé, Dall'Olio, Munoz, & Serrano, 2009, Requier et al., 2019). There are several

endemic subspecies of *Apis mellifera* in Europe, but the distribution of these subspecies today is largely influenced by managed beekeeping (Moritz, Härtel, & Neumann, 2005). This raises concerns about the loss of biological diversity and the possible disappearance of subspecies from their former ranges (Alaux, Le Conte, & Decourtye, 2019, De la Rúa, Jaffé, Dall'Olio, Munoz, & Serrano, 2009).

Modern beekeeping throughout the territory of Ukraine is developed in managed apiaries using standard hives and under the year-round intensive control of beekeepers. They move hives long distances to agricultural land to collect nectar and pollinate. Beekeepers treat bees against pests and pathogens, and control reproduction, such as swarming, queen rearing. And queen selection and displacement lead to human-mediated hybridization. In Ukraine, at the moment, there is a complete lack of data to assess the level of introgression, but it is known that beekeepers, at their discretion, without any control from state authorities, massively replace queens with *A. mellifera Carnica*, or *Buckfast* in managed honeybee populations bees to increase the productivity of bee colonies. Because of that, locally adapted wild populations of *A. Mellifera* in Ukraine are also under threat, because such introgressive hybridization of managed colonies can negatively affect the wild and, in particular, lead to the loss of traits related to endurance and adaptation to the environment (De la Rúa, Jaffé, Dall'Olio, Munoz, & Serrano, 2009, Meixner, Kryger, & Costa, 2015, Pirk, Crewe, & Moritz, 2017).

Additionally, coexistence with managed apiaries exposes wild honey bee populations to bee pests and pathogens. For example, treatments against *Varroa* mites can interfere with the natural development of parasite resistance/tolerance in managed colonies (Pirk, Crewe, & Moritz, 2017). Their hybridization with the wild is likely to result in the transfer of susceptible phenotypes to wild populations, thereby increasing the risk of extinction in the wild. Conversely, the presence of wild honey bees undergoing natural selection can have a positive effect on the resistance and persistence of managed introduced populations through the transmission of adaptive traits. Wild populations are an important reservoir of local adaptations that determine the survival of honey bees in the wild. For example, in Africa and North America, it appears that wild populations actually moderate the effects of *Varroa* mites, allowing colonies to develop resistance (De la Rúa, Jaffé, Dall'Olio, Munoz, & Serrano, 2009, Fürst, McMahon,

Osborne, Paxton, & Brown, 2014). This resilience is likely based on interactions between wild and managed bees, as a large proportion of the total honey bee population in these regions is wild and not exposed to human influence. Of course, a better ratio of wild to managed colonies can also ensure that beneficial adaptations in wild colonies will trickle down to managed ones. Therefore, to maintain local ecosystem services, it is important to maintain healthy populations of pollinators that are regionally endemic and not to transport them across ecological boundaries or continents (Pirk, Crewe, & Moritz, 2017). Under this condition, regionally adapted hybridized populations can also be a source of variability from an evolutionary perspective (Requier et al., 2019).

Materials and methods of research.

Through personal communication with beekeepers working in different places on the territory of the Polissia Nature Reserve, we selected 25 samples of fresh honey in honeycombs. The obtained honey samples were stored at a temperature not higher than 20°C without access to sunlight. In the combs that were filled with honey and sealed by bees, the wax caps were cut with a bee knife and the combs with honey were filtered through a sieve with holes of 0,5 mm in diameter to separate the honey from the comb. Laboratory samples were homogenized by careful thorough mixing for at least three minutes, so that as little air as possible entered the honey. Raw honey samples without heating were used in all analyses.

The samples were analyzed according to the following indicators: moisture content (%) using a manual digital refractometer to determine the humidity of honey PAL22S; diastase activity according to the Schade method using a ULAB 102 spectrophotometer at 660 nm; the color of honey samples according to Pfund's color grader (comparator) and classifier; hydroxymethylfurfural (HMF) mg/kg based on UV adsorption at 550nm (spectrophotometer ULAB 102); absorption of proline (mg/kg) was titrimetrically read by a spectrophotometer at 520nm (ULAB 102); fructose, glucose by HPLC on a spectrophotometer ULAB102; pH, free acidity potentiometrically at 20°C using a Gryf 209L pH meter (Gryf HP); electrical conductivity at 20°C in solutions of honey samples in deionized water with a CDM210 conductometer (*Radiometer Analytical SAS*).

Extraction of pollen from honey was carried out by standard methods of melissopalynological analysis using equipment: a medical centrifuge ELMI CM 6M with a rotation speed of 3500

RPM. OHAUS PA 214C analytical scales with a resolution of 0,0001 g from the base level. Pollen was examined under a Leica MD 500 LED binocular microscope with a magnification of 400-1000 times. Identification was carried out using the electronic online database of pollen grains PalDat (<https://www.paldat.org/>).

The pollen frequency of each honey-bearing plant was estimated according to the method proposed by (Louveau, Maurizio, & Vorwohl, 1978). The result was expressed as a percentage of the total amount of pollen. Pollen types that had no proven botanical affinity remained "indeterminate", but they accounted for less than 0,4% of the total pollen mass. Laboratory tests were performed in triplicate on each sample, and the results were determined as the mean value of all samples with standard deviation (SD). The methods used for the analysis were based on the methods of the Association of Official Analytical Chemists (*AOAC*, 1990), and/or the Harmonized Methods of the European Honey Commission and the International Honey Commission (Bogdanov et al., 1999, EC, 2002). All chemicals used were analytical or general purpose reagents. Statistical analysis was performed using the "Data Analysis" software module in Microsoft Excel.

We personally interviewed beekeepers in the village Selezivka to collect material on the distribution of wild populations of the western honey bee *Apis mellifera*. In addition, we used

the results of observations of bees by a leading specialist in ecological and educational work of the Polissky Nature Reserve Zhyla S.M.

Results of physico-chemical and melissopal-inological analysis of honey table 1 shows the average values, standard deviations and ranges of various physicochemical parameters of honey.

All physico-chemical parameters of the honey that underwent research correspond to Codex Alimentarius norms (FAO, 2001, EC, 2002). Honey contained moisture within normal limits (<20%). Hydroxymethylurifural (HMF) of all honeys analyzed was below 8,42 mg/kg, and the mean value of diastase was 29,73 (DN). These values are below the upper limit of 40 mg/kg for HMF and above 8 DN for diastase. The color of honey is defined as amber, the average value on the Pfund scale is 104 mm.

The predominant sugar in the studied honey is fructose with an average value of 34,17g/100g. The glucose level is lower with an average value of 24,18g/100g. The minimum and maximum content of fructose in g/100g ranged from 29,91 to 38,26 in different samples, glucose from 20,49 to 31,27 respectively. The determined total average content of glucose and fructose is 58,35g/100g, which is below the minimum limit recommended by the Codex Alimentarius for flower honey (60g/100g), but, at the same time, it is much more than the standard for honey dew—over 45g/100g of honey. The average fructose/glucose ratio is 1,41.

Table 1 – Mean values of physicochemical parameters

Parameter	Mean	SD	Min	Max	Codex Alimentarius
Moisture (%)	17.5	1.1	16.0	18.2	20
pH	4.9	0.1	4.5	5.0	3.2–4.95
Free Acidity (meq/kg)	32	1.2	28	36	50
Electrical conductivity (mS/cm)	0.638	0.135	0.613	0.721	0.8
Color (mm Pfund)	104	12	95	113	0–150
HMF (mg/kg)	6.33	0.87	5.17	8.42	40
Diastase activity (DN)	29.73	1.33	24.23	31.21	8
Fructose г/100г	34.17	1.01	29.91	38.26	-
Glucose г/100г	24.18	0.99	20.49	31.27	-
Fructose + Glucose г/100г	58.35	2	50.4	69.53	60
Fructose/Glucose	1.41	0.24	1.47	1.22	1
Proline, мг/kg	608.87	13.37	578.34	634.29	180

All tested samples were acidic (free acidity at the level of 32 mEq/kg, pH was estimated at 4,90), but the indicator is within the limit limits. The average content of proline in honey samples was 608,87 mg/kg, which is more than 3 times higher than the recommended minimum norm of 180 mg/kg. According to the value of electrical conductivity, the studied honey can be classified as flower honey. All samples had an electrical conductivity of less than 0,8 mS/cm. The results of the analysis showed that the pollen profile of the studied honeys is represented by 10 morphotypes of pollen grains of different plant species with a low percentage. Honey contained a small amount of natural impurities.

The diversity of pollen obtained from honey varied from 10 to 15 pollen morphotypes, but, as shown in table2 main ones are 10.

Bees visited different types of plants such as trees, shrubs and herbaceous flowering plants. The content of pollen in honey reflects the diversity of plant life in the territory of Polissia of Ukraine, which contributes to the production of honey with different properties, and shows how much honey bees strive for a variety of pollen diet. The estimation of the frequency of pollen grains, according to the applied method of melissopalynological analysis, showed the absence of pollen of one species in more than 45%. Only two species are defined as secondary. This is the pollen of the *Callúna vulgáris*

L family (Ericaceae) – 35% and *Potentilla erecta L* (Rosaceae) - 19%. Pollen of such species as *Frangula alnus L* (Rhamnaceae), *Lamium purpureum L* (Lamiaceae), *Vaccinium myrtillus L* (Ericaceae), *Sisymbrium officinale L* (Brassicaceae), *Quercus robur L* (Fagaceae), *Artemisia vulgáris L* (Asteraceae), although they occupy the studied honey together 35% of the total volume of pollen, but according to the classification, each of these species is defined as important secondary. So, together, all these plants were the main attractive sources for bees to obtain nectar or pollen.

The analysis helped to outline the pollen of *Potentilla erecta L*, *Frangula alnus L*, *Lamium purpureum L* as species with the longest flowering season, they remain available almost throughout the honey collection season from the end of spring to the beginning of autumn. The anemophilic pollen-producing tree of the Fagaceae family, *Quercus robur L*, is also a common pollen source for honeybees in Polissia forests.

Our research showed that bees can collect only pollen from some plants, such as *Quercus robur L*, *Genista tinctoria L*, and pollen and nectar from other plants. Another aspect is that bees often collect pollen from plants that they have easy access to from their hives, and most choose plants that can provide both nectar and pollen.

Table 2 – Melissopalynological analysis of honey from natural areas

Pollen type	Percentage (%) of pollen	Families	Flowering period in Ukrainian Polissia
<i>Callúna vulgáris L</i> ,	35	<i>Ericaceae</i>	August – September
<i>Potentilla erecta L</i>	19	<i>Rosaceae</i>	June – September
<i>Frangula alnus L</i>	10	<i>Rhamnaceae</i> ,	May – June, August
<i>Lamium purpureum L</i>	8	<i>Lamiaceae</i>	May – September
<i>Vaccinium myrtillus L</i>	5	<i>Ericaceae</i>	April – May
<i>Sisymbrium officinale L</i>	5	<i>Brassicaceae</i>	June – July
<i>Quercus robur L</i>	4	<i>Fagaceae</i>	May
<i>Artemisia vulgáris L</i>	3	<i>Asteraceae</i>	July – September
<i>Astragalus glycyphyllos L</i>	2	<i>Fabaceae</i>	June – August
<i>Genista tinctoria L</i>	1	<i>Fabaceae</i>	June – July
<i>Other pollen grains</i>	0.4	–	–

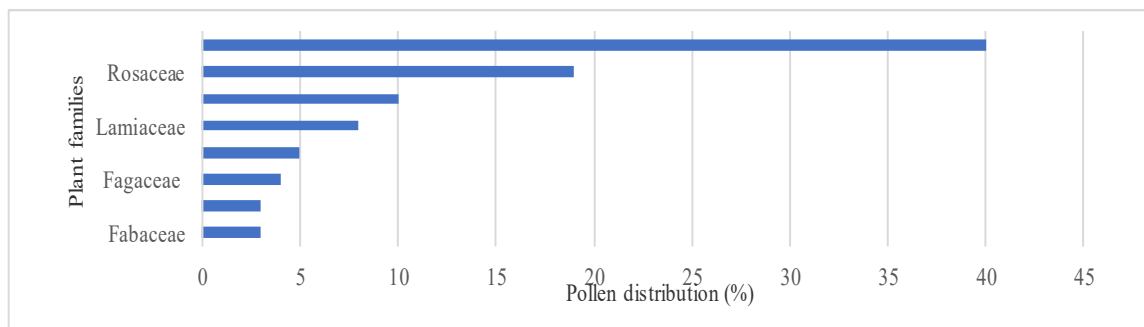


Fig. 2. Distribution of pollen by plant families.

Figure 2 shows the distribution of pollen in all honey samples based on plant families. This information shows the availability of desirable plant sources for honeybees within the foraging range of the hives. Two families are represented in honey by the pollen of two plant taxa. These are *Calluna vulgaris* L, *Vaccinium myrtillus* L from Ericaceae (together 40%), and *Astragalus glycyphyllos* L, *Genista tinctoria* L from Fabaceae (together 3%). And, if the largest amount of Ericaceae pollen in honey confirms the importance of this family for the production of beekeeping products by honey bees in the natural landscapes of Polissia, then the pollen content of *Astragalus glycyphyllos* L and *Genista tinctoria* L (Fabaceae), *Artemisia vulgaris* L (Asteraceae) can also be explained by the phenology of their flowering, which coincides with a period of scarcity when bees can select these types of pollen to balance their diet for different essential nutrients.

Discussion. The results of the physical and chemical analysis are consistent with public data from various scientific sources. Thus, the moisture content within the standard limit indicates the maturity of honey, the ability to resist fermentation and granulation, contribute to a long shelf life (Bayram, & Demir, 2018, Amariei, Norocel, & Scripcă, 2020, Beykaya, 2021). Diastase activity indicators and HMF parameters can be used to assess honey freshness and/or overheating (El Sohaimy, Masry, & Shehata, 2015), but HMF content can range from 2,5 mg/kg to 12,3 mg/kg depending on the species honey (Beikaya, 2021).

In our case, the color intensity cannot depend on the beekeeper's handling of the combs, so high Pfund values may indicate a higher content of phenolic compounds and flavonoids (El Sohaimy, Masry, & Shehata, 2015). The sum of free acids within the normal range shows the presence of organic acids in equilibrium

with the lactone, internal complex esters and inorganic ions and indicates the freshness of all the tested samples. The acidity of honey affects its characteristic taste and resistance to microbial attack (Kirs, Palla, Martverka, & Laos, 2011, Beykaya, 2021).

Honey is constantly analyzed for sugar content. According to (Kaskoniene, Venskutonisa, & Ceksteryte, 2010), fructose content in various honeys from Southern European countries can range from 314 to 431 mg/g, glucose from 237 to 407 mg/g. In non-European honeys, these fluctuations are higher. The amount of fructose and glucose in all studied samples of Lithuanian honey varied from 329,2 to 426,3 mg/g. But factor, fructose/glucose was 0,78 – 1,16. In comparison, other honey studies found a factor of 1,766 for acacia (*Robinia pseudoacacia*) honey, which has the lowest tendency to crystallize (Scripcă, Norocel, & Amariei, 2019 Amariei, Norocel, & Scripcă, 2020). According to these sources, the fructose content of such honey can be at the levels of 44,523 – 45,98 g/100 g, and the fructose/glucose factors can be used to predict the ability of honey to crystallize. Crystallization of honey occurs faster if F/G is below 1.0 and slows down when it is greater than 1. Glucose is less soluble in water than fructose.

Proline makes up more than half of the total amount of amino acids in honey. It is added by bees during the conversion of nectar into honey, but proline is present in various plants in quantities. The content of proline in different polyfloral honey samples ranged from 503,46 mg/kg to 696,09 mg/kg according to data (Bayram, & Demir, 2018) and ranged from 404,2 to 881,7 mg/kg according to research results (Beykaya, 2021). Therefore, this indicator shows the level of maturity of honey, and is used as a criterion for determining fake honey with sugar syrup.

The stability of honey bee populations in the natural landscapes of Ukrainian Polissia depends on the diversity of flowering plant communities (Sichenko, Kryvyi, & Dikhtiar, 2021), which provide a sufficient amount of various nutrients. These substances must be found in nectar and pollen resources available to bees (Wilson, et al., 2021 Parreño, et al., 2022). Nectar provides them with carbohydrates to support energy and metabolic processes. Pollen is the main source of proteins, fats, mineral elements, vitamins, etc., for tissue homeostasis, development and growth of larvae (Roulston, & Cane, 2000, Hanley, Franco, Pichon, Darvill, & Goulson, 2008, Frias, Barbosa, & Laurencó, 2016).

Calluna vulgaris is one of the main food sources at the end of the season because it affects the wintering of honey bees. It has an open, small (<6 mm) corolla that allows bees easy access and offers abundant pollen and nectar (Descamps, Moquet, Migon, & Jacquemart, 2015). Early spring resources of *Vaccinium myrtillus* are known to have a critical effect on the development of honey bee colonies after winter, despite the fact that its flowering period is short and lasts no more than a few weeks. During the flowering period of different plant species, which coincide in time, bees may visit *V. myrtillus* mainly for nectar resources. (Moquet, Mayer, Michez, Wathelet, & Jacquemart, 2015). According to our results, *Vaccinium myrtillus* and *Quercus robur* also belong to the main early spring pollen sources. Pollen from *Potentilla erecta* plays a significant role in supporting populations of various bee species at their location in the Swiss Alps (Müller, & Richter, 2018, Müller, 2018a). According to melisopalynological studies of honey in Estonia and Lithuania, *Frangula alnus* constitutes a significant proportion of pollen collected by bees (Čeksteryte, Kurtinaitienė, & Balžekas, 2013, Kirs, Palla, Martverka, & Laos, 2011). Pollen and nectar composition influence colony foraging behavior (Ghosh, Jeon, & Jung, 2020), but floral resource availability also matters to bees if the source of pollen is less nutritious. Scientific studies in different climatic conditions (Wilson, et al., 2021, Parreño, et al., 2022) support the assumption that bees choose pollen to balance their diet in terms of protein, lipids, essential fatty acids to maintain homeostasis on colony levels. The protein content of pollen from different plants varies greatly, ranging from 2,5 % to 61 %, but most average 25–45 % (Roulston, & Cane, 2000, Hanley, Franco, Pichon, Darvill, & Goulson, 2008).

According to the results of pollen studies, the average relative protein content in % was:

(*Genista tinctoria* – 22,8, *Potentilla erecta* – 16,3 *Calluna vulgaris* – 13,9 (Hanley, Franco, Pichon, Darvill, & Goulson, 2008), *Sisymbrium officinale* – 22,2 (Somerville, 2005), *Lamium purpureum* from 21,82 – 24,90 % in different periods (Cınbirtoğlu, & Güney, 2021). Furthermore, Somerville notes that a significant nutritional value of *Sisymbrium officinale* pollen may be the high content lipids with an average value of 5,8 %, not the protein level. Palynology of our studies showed that *Genista tinctoria*, with the highest protein level, accounted for only 1% of the total pollen mass, while *Calluna vulgaris*, with the lowest protein content, accounted for 35%. Although well honey bees are known to show loyalty to certain flowers (Sedivy, Müller, & Dorn, 2011), further study of the effect of pollen quality and nutrient content on bee visitation is needed. For example, according to (Tellería et al., 2019) protein content in the pollen of the Asteraceae family is variable, and research (Radev, & Zheko, 2018) did not find a connection between the amount of pollen collected by bees and its protein content. The amount of pollen collected by bees also depends on the availability to the bee population of certain plants they visit and the type of flowers, direct access and distance to hives (Hill, & Webster, 1995).

Lamium purpureum, *Potentilla erecta* in the conditions of Polissia of Ukraine bloom for 3-4 months, so bees collect this pollen all season. Entomophilous weeds provide relatively little pollen on a landscape scale, but they increase resource diversity and balance bee diets throughout the season (Jachula, Denisow, Wrzesień, & Ziolkowska, 2022). The content of pollen grains of *Potentilla erecta*, *Lamium purpureum*, *Sisymbrium officinale*, *Artemisia vulgaris*, *Astragalus glycyphyllos*, *Genista tinctoria* in our studies confirms this conclusion. In addition, wind-pollinated plants can be common sources of pollen in both gardens and forests, including in the tropics (Alaux, et al., 2017, Cannizzaro, Keller, Wilson, & Elliott, 2022). In our experiments, it is *Quercus robur*. Honey bees prefer this pollen in the spring (Persson, et al., 2018). Overall, our results confirm that the main nutritional value of pollen for honey bees is provided by 7-16 plant species, depending on the habitat. Species that each produce <2% of the total pollen mass are also important for food supply (Alaux, Ducloux, Crauser, & Conte, 2010, Wilson et al., 2021).

Bees need spatial and temporal diversity of natural habitats, physiological adaptations to cope with the unfavorable chemical composition

of certain types of pollen, and, as suggested by different various sources, the mechanisms underlying this process differ for different types of pollen (Menzelm, et al., 2005, Amaya-Márquez, M.(2009). Natural flora taxa provide about 80% of the pollen diversity, so it is necessary to preserve and protect this native flora in the bee habitat (Alaux, et.al., 2017).

Various floral sources of nectar and pollen allow bees to dilute various toxic compounds or pesticides, thus exposing themselves to less exposure to harmful substances. In particular, the palynology of pollen reserves in *Osmia* bee nests (Ruddle, et al., 2018) showed a maximum average of 31% canola (*Brassica napus* L) pollen in any plot, with *Quercus robur* pollen accounting for up to 86%. Furthermore, they do not simply incorporate new sources, but specifically target those that supplement specific colony nutritional deficits by navigating with spatial memory (Menzelm et al., 2005, Hendriksma, & Shafir, 2016).

Bees in an environment with significant biodiversity can receive more different pathogens, parasites, infections, including from managed populations (Flores, et al., 2021). However, access to diverse nutritional resources makes them more resilient to such risks through better immunity (Goulson, Nicholls, Botias, & Rotheray 2015, Jack, Uppala, Lucas, Sagili, 2016, Parreño, et al., 2022). They may also adjust their diet to fight infection, for example with antimicrobial secondary plant metabolites. According to (Koch, et al., 2019), the most bioactive species was *Calluna vulgaris*, the best producing nectar plant in our studies. Pollen analysis of honey confirmed that wild honey bees of Ukrainian Polissia survive in local natural conditions thanks to their adaptation, visit the same taxa of plants to collect nectar and pollen, as well as different species of wild bees (Müller, & Richter, 2018, Müller, 2018a, Descamps, Moquet, Migon, & Jacquemart, 2015).

However, modern research shows that the availability of nutrients in the habitat does not always and everywhere meet the needs of local bee colonies (Amaya-Márquez, 2009, Requier, & Leonhardt, 2020). To study these complex and contradictory relationships between plants and pollinators, monitoring the availability and flow of nutrients for honey bee colonies in the natural landscapes of Ukraine will also help.

Conclusion. Wild honeybees are native to Ukrainian Polissia, but work is needed to preserve the network of interactions between all wild bee populations in the region, including honeybees, including through the regulation of managed beekeeping, to mitigate the risks

of managed apiaries impacting wildlife. To implement such tasks, it is necessary to study the experience, encourage and support local beekeeping – "bortnitsvo", which uses specific methods of beekeeping management without threatening the local ecology, which contributes to the preservation of biodiversity.

Ukraine needs a program for conducting scientific research at the national level in various aspects of biology, genetics, control of bee diseases and protection of valuable ecotypes to ensure the conservation of different species of local honey bees. There is a need for monitoring programs to assess the density of feral colonies, the level of reproduction and the factors that determine the dynamics of the survival of their population throughout the country. Increasing the level of professionalism of beekeepers will help their awareness of the risks associated with the decrease in the population of wild honey bees and the loss of their adaptive characteristics. The results of this study may be useful for obtaining information about plants as potential food sources for managed beekeeping.

Gratitude. The authors express their gratitude to the leading specialist in ecological and educational work of the Polissky Nature Reserve. S.M. Zhyla for the provided results of her own observations, to beekeepers M.V. Ovdienko, V.M. Androsovykh who provided samples honey produced in «borts» for research.

The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

- Ollerton, J., Winfree, R., Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120, pp. 321–326. DOI:10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x
- Klein, A.-M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society. B: Biological Sciences*, 274 (1608), pp. 303–313. DOI:10.1098/rspb.2006.3721
- Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H.T., Aizen, M. A., Biesmeije, J. C., Breeze T. D., Dicks, L. V., GARIBALDI, L. A., Hill, R., Settele, J., Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540, pp. 220–229. DOI:10.1038/nature20588
- Gilbert, N. (2014). 'Life on Earth' project gets underway. *Nature*, 510 (7506), 455 p. DOI:10.1038/510455a
- Goulson, D., Nicholls, E., Botias, C., Rotheray, E.L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347. DOI:10.1126/science.1255957
- Alaux, C., LE Conte, Y., Decourtye, A. (2019). Pitting wild bees against managed honey bees

- in their native range, a losing strategy for the conservation of honey bee biodiversity. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7 p. DOI:10.3389/fevo.2019.00060
7. Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in ecology & evolution*, 25 (6), pp. 345–353. DOI:10.1016/j.tree.2010.01.007.
 8. Prado, A., Requier, F., Crauser, D., Le Conte, Y., Bretagnolle, V., Alaux, C. (2020). Honeybee lifespan: the critical role of pre-foraging stage. *Royal Society open science*. 7 (11). DOI:10.1098/rsos.200998
 9. Elliott, B., Wilson, R., Shapcott, A., Keller, A., Newis, R., Cannizzaro, C., Burwell, C., Smith, T., Leonhardt, S.D., Kämper, W., Wallace, H.M. (2021). Pollen diets and niche overlap of honey bees and native bees in protected areas. *Basic and Applied Ecology*, 50, pp. 169–180. DOI:10.1016/j.baaec.2020.12.002
 10. Requier, F., Garnery, L., Kohl, P.L., Njovu, H.K., Pirk, C.W.W., Crewe, R.M., Steffan-Dewenter, I. (2019). The conservation of native honey bees is crucial. *Trends in ecology & evolution*, 34 (9), pp. 789–798. DOI:10.1016/j.tree.2019.04.008.
 11. Wood, T.J., Michez, D., Paxton, R.J., Drossart, M., Neumann, P., Gérard, M., Vanderplanck, M., Barraud, A., Martinet, B., Leclercq, N., Vereecken, N. J. (2020). Managed honey bees as a radar for wild bee decline? *Apidologie*. 51, pp. 1100–1116. DOI:10.1007/s13592-020-00788-9
 12. Pirk, C.W.W., Crewe, R.M., Moritz, R.F.A. (2017). Risks and benefits of the biological interface between managed and wild bee pollinators. *Functional Ecology*. 31, pp. 47–55. DOI:10.1111/1365-2435.12768
 13. Henry, M., Rodet, G. (2018). Controlling the impact of the managed honeybee on wild bees in protected areas. *Nature scientific reports*. 8, 9308 p. DOI:10.1038/s41598-018-27591-y
 14. Requier, F. (2019). Bee colony health indicators: synthesis and future directions. *CABI Reviews*. pp. 1–12. DOI:10.1079/PAVSNNR201914056
 15. Parreño, M.A., Alaux, C., Brunet, J.L., Buydens, L., Filipiak, M., Henry, M., Keller, A., Klein, A.-M., Kuhlmann, M., Leroy, C., Meeus, I., Palmer-Young, E., Piot, N., Requier, F., Ruedenauer, F., Smaghe, G., Stevenson, P.C., Leonhardt, S.D. (2022) Critical links between biodiversity and health in wild bee conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 37 (4), pp. 309–321. DOI:10.1016/j.tree.2021.11.013
 16. Ruttner, F. (1988) *Biogeography and Taxonomy of Honeybees*. Berlin, Heidelberg: Springer. DOI:10.1007/978-3-642-72649-1
 17. Moritz, R.F.A., Hartel, S., Neumann, P. (2005). Global Invasions of the Western Honeybee (*Apis Mellifera*) and the Consequences for Biodiversity. *Écoscience*, 12 (3), pp. 289–301. Available at: <http://www.jstor.org/stable/42901704>
 18. Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., Conte, Y.L. (2010). Diet effects on honeybee immunocompetence. *Physiology*. 6 (4). DOI:10.1098/rsbl.2009.0986
 19. Alaux, C., Allier, F., Decourtye, A., Odoux, J.F., Tamic, T., Chabirand, M., Delestra, E., Decugis, F., Le Conte, Y., Henry, M. (2017) A ‘Landscape physiology’ approach for assessing bee health highlights the benefits of floral landscape enrichment and semi-natural habitats. *Scientific Reports*. 7, 40568 p. DOI:10.1038/srep40568
 20. Hill, D.B., Webster, T.C. (1995). Apiculture and forestry (bees and trees). *Agroforestry Systems*. 29, pp. 313–320. DOI:10.1007/BF00704877
 21. Cannizzaro, C., Keller, A., Wilson, R.S., Elliott, B. (2022). Forest landscapes increase diversity of honeybee diets in the tropics. *Forest Ecology and Management*, 504 (4). DOI:10.1016/j.foreco.2021.119869
 22. Requier, F., Leonhardt, S.D. (2020). Beyond flowers: including non-floral resources in bee conservation schemes. *Journal of Insect Conservation*, 24 (1), pp. 5–16. DOI:10.1007/s10841-019-00206-1
 23. Amaya-Márquez, M. (2009). Floral constancy in bees: A revision of theories and a comparison with other pollinators. *Revista Colombiana de Entomología*. 35 (2), pp. 206–216. DOI:10.25100/socolen.v35i2.9221.
 24. De La Rúa, P.R., Jaffé, R., Dall’olio, M.I., Munoz, I., Serrano J. (2009). Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. *Apidologie*. 40, pp. 263–284. DOI:10.1051/apido/2009027
 25. Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L.P., Decourtye A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, J.L., Alaux C. (2013) Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? *PLoS One*, 8 (8). DOI:10.1371/journal.pone.0072016
 26. Frias, B.E.D., Barbosa, C.D., Laurencio, A.P. (2016). Pollen nutrition in honey bees (*Apis mellifera*): Impact on adult health. *Apidologie*. 47, pp. 15–25. DOI:10.1007/s13592-015-0373-y
 27. Sichenko, O.M., Kryvyi, M.M., Dikhtiar, O.O. (2021). Comparative evaluation of honey stock of natural phytocenoses for bee families of ukrainian Polisia. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Livestock*, 3 (46). DOI:10.32845/bsnau.lvst.2021.3.11 (In Ukrainian).
 28. Hendriksma, H.P., Shafir, S. (2016). Honey bee foragers balance colony nutritional deficiencies. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 70, pp. 509–517. DOI:10.1007/s00265-016-2067-5
 29. Jachula, J., Denisow, B., Wrzesień, M., Ziolkowska, E. (2022). The need for weeds: Man-made, non-cropped habitats complement crops and natural habitats in providing honey bees and bumble bees with pollen resources. *Science of The Total Environment*, 840. DOI:10.1016/j.scitotenv.2022.156551
 30. Kryvyi, M., Yushchenko, O., Dikhtiar, O., Lisohurska, D., Stepanenko, V. (2021). Quality of

- helianthus annuus honey obtained in the conditions of radioactive contamination. Food science and technology. 15 (2), pp. 93–102. DOI:10.15673/fst.v15i2.2110 (In Ukrainian).
31. Meixner, M.D., Kryger, P., Costa, C. (2015) Effects of genotype, environment, and their interactions on honey bee health in Europe. Current Opinion in Insect Science, 10, pp. 177–184. DOI:10.1016/j.cois.2015.05.010
 32. Fürst, M.A., McMahon, D.P., Osborne, J.L., Paxton, R.J., Brown, M. J. (2014) Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators. Nature, 506, pp. 364–366. DOI:10.1038/nature12977
 33. Louveaux, J., Maurizio, A., Vorwohl, G. (1978). Methods of Melissopalynology. Bee World, 59 (4), pp. 139–157. DOI:10.1080/0005772X.1978.11097714
 34. AOAC. (1990). Official Methods of Analysis No. 980. Edition 15 Association of the Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
 35. Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., Von Der Ohe, W., Russmann, H., Mossel, B.L., D'arcy, B., Vorwohl, G.R., Oddo, L., Sabatini, A.G., Marcazzan, G.L., Piro, R., Flamini, C., Morlot, M., Lheretier, J., Borneck, R., Marioleas, P., Tsigouri, A., Kerkvliet, J., Ortiz, A., Ivanov, T., D'arcy B., Mossel B., Vit, P. (1999). Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: review of the work of the international honey commission. Bee World, 80, pp. 61–69.
 36. European Commission. (2002). Council Directive 2001/110/EC or 20 December 2001 relating to honey, Offic. J. Europ. Comm., 10, pp. 47–52.
 37. FAO, 2001: Revised Codex Standard for honey. Codex Stan 12-1981, Rev. 1 (1987), Rev. 2 (2001), Rome, Italy, 2001. Vol. 25, pp. 19–26.
 38. Amariei, S., Norocel, L., Scripcă, L. A. (2020). An innovative method for preventing honey crystallization. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 66. DOI:10.1016/j.ifset.2020.102481
 39. Beykaya, M. (2021). Determination of physicochemical properties of raw honey samples. Progress in Nutrition, 23 (1). DOI:10.23751/pn.v23i1.9510
 40. Bayram, N.E., Demir, E. (2018). Specifying Some Quality Characteristics of Monofloral and Multifloral Honey Samples. Hacettepe Journal of Biology and Chemistry, 3 (46), pp. 417–423. DOI: 10.15671/HJBC.2018.249
 41. El Sohaimy, S.A., Masry, S.H.D., Shehata. M.G. (2015). Physicochemical characteristics of honey from different origins. Annals of Agricultural Sciences, 60 (2), pp. 279–287. DOI:10.1016/j.aos.2015.10.015
 42. Kirs, E., Palla, R., Martverka, K., Laos, K. (2011). Physicochemical and melissopalynological characterization of Estonian summer honeys. Procedia Food Science, 1, pp. 616–624. DOI:10.1016/j.profoo.2011.09.093
 43. Kaskoniene, V., Venskutonisa, P.R., Ceksteryte, V. (2010). Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania. LWT - Food Science and Technology, 43, pp. 801–807. DOI:10.1016/j.lwt.2010.01.007
 44. Scripcă, L.A., Norocel, L., Amariei, S. (2019). Comparison of Physicochemical, Microbiological Properties and Bioactive Compounds Content of Grassland Honey and other Floral Origin Honeys. Molecules, 24, 2932 p. DOI:10.3390/molecules24162932
 45. Wilson, R.S., Keller, A., Shapcott, A., Leonhardt, S.D., Sickel, W., Hardwick, J.L., Heard, T.A., Kaluza, B.F., Wallace, H.M. (2021). Many small rather than few large sources identified in long-term bee pollen diets in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems & Environment, 310. DOI:10.1016/j.agee.2020.107296
 46. Roulston, T.H., Cane, J.H. (2000). Pollen nutritional content and digestibility for animals. Plant Systematics and Evolution, 222, pp. 187–209. DOI:10.1007/BF00984102
 47. Hanley, M.E, Franco, M., Pichon, S., Davill, B., Goulson, D. (2008). Breeding system, pollinator choice, and variation in pollen quality in British herbaceous plants. Functional Ecology, 22 (4). DOI:10.1111/j.1365-2435.2008.01415.x
 48. Descamps, C., Moquet, L. Migon, M., Jacquemart, A.L. (2015). Diversity of the Insect Visitors on Calluna vulgaris (Ericaceae) in Southern France Heathlands, Journal of Insect Science, 15 (1), 130 p. DOI:10.1093/jisesa/iev116
 49. Moquet, L., Mayer, C., Michez, D. Wathelet, B., Jacquemart, A.L., (2015). Early spring floral foraging resources for pollinators in wet heathlands in Belgium. Journal of Insect Conservation, 19, pp. 837–848. DOI:10.1007/s10841-015-9802-5
 50. Müller, A., Richter, H. (2018). Dual function of Potentilla (Rosaceae) in the life history of the rare boreoalpine osmiine bee Hoplitis (Formicapis) robusta (Hymenoptera, Megachilidae). Alpine Entomology, 2, pp. 139–147. DOI:10.3897/alpento.2.30158
 51. Müller, A. (2018). Pollen host selection by predominantly alpine bee species of the genera Andrena, Panurginus, Dufourea, Megachile, Hoplitis and Osmia (Hymenoptera, Apoidea). Alpine Entomology, 2, pp. 101–113. DOI:10.3897/alpento.2.29250
 52. Čeksteryte, V., Kurtinaitienė, B., Balžekas, J. (2013). Pollen diversity in honey collected from Lithuania's protected landscape areas. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 62 (4), pp. 277–282. DOI:10.3176/proc.2013.4.08
 53. Ghosh, S., Jeon, H., Jung, C. (2020). Foraging behaviour and preference of pollen sources by honey bee (Apis mellifera) relative to protein contents. Journal of Ecology and Environment, 44, 4 p. DOI:10.1186/s41610-020-0149-9
 54. Cinbirtoğlu, Ş., Güney, F. (2021). Pollen Preference of Honeybees Depending on Protein Contents. Bee Studies, 13 (1), pp. 1–4. DOI:10.51458/BSTD.2021.10
 55. Somerville, D. (2005). Lipid content of honey bee-collected pollen from south-east Australia. Animal production science, 45, pp. 1659–1661. DOI:10.1071/EA03190
 56. Sedivy, C., Müller, A., Dorn, S. (2011). Closely related pollen generalist bees differ in their ability to develop on the same pollen diet: evidence for physiological adaptations to digest pollen. Functional Ecology, 25, pp. 718–725. DOI:10.1111/j.1365-2435.2010.01828.x
 57. Tellería, M.C., Salgado-Laurenti, C.R., Marinozzi, L.A., Apóstolo N., Pérez B. (2019).

Protein Content of Pollen of Asteraceae Collected by Honey Bees. *Bee World*, 96 (4). DOI:10.1080/0005772X.2019.1634958

58. Radev, G. (2018). Variety in Protein Content of Pollen from 50 Plants from Bulgaria. *Bee World*, 95, pp. 81–83. DOI:10.1080/0005772X.2018.1486276.

59. Persson, A., Mazier, F., Smith, H.G. (2018). When beggars are choosers-How nesting of a solitary bee is affected by temporal dynamics of pollen plants in the landscape. *Ecology & Evolution*, 8 (11), pp. 5777–5791. DOI:10.1002/ece3.4116.

60. Menzelm, R., Greggers, U., Smith, A., Berger, S., Brandt, R., Brunke, S., Bundrock, G., Hülse, S., Plümpe, T., Schaupp, F., Schüttler, E., Stach, S., Stindt, J., Stollhoff, N., Watzl, S. (2005). Honey bees navigate according to a map-like spatial memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102 (8), pp. 3040–3045. DOI:10.1073/pnas.0408550102

61. Ruddle, N., Elston, C., Klein, O., Hamberger, A., Thompson, H. (2018). Effects of exposure to winter oilseed rape grown from thiamethoxam-treated seed on the red mason bee *Osmia bicornis*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 37, pp. 1071–1083. DOI:10.1002/etc.4034

62. Flores, J.M., Gámiz, V., Jiménez-Marín, A., Flores-Cortés, A., Gil-Lebrero, S., Garrido, J.J., Hernandez, M.D. (2021). Impact of Varroa destructor and associated pathologies on the colony collapse disorder affecting honey bees. *Research in Veterinary Science*, 135, pp. 85–89. DOI:10.1016/j.rvsc.2021.01.001

63. Jack, C.J., Uppala, S.S., Lucas, H.M., Sagili, R.R. (2016). Effects of pollen dilution on infection of *Nosema ceranae* in honey bees. *Journal of Insect Physiology*, 87, pp. 12–19. DOI:10.1016/j.jinsphys.2016.01.004

64. Koch, H., Woodward, J., Langat, M.K., Brown, M.J.F., Stevenson, P.C. (2019). Flagellum Removal by a Nectar Metabolite Inhibits Infectivity of a Bumblebee Parasite. *Current Biology*, 29 (20), pp. 3494–3500. DOI:10.1016/j.cub.2019.08.037

Збереження диких західних медоносних бджіл *Apis Mellifera* у Поліській природній зоні України: історія, джерела нектару та пилку

Січенко О.М., Кривий М.М., Горчанок А.В., Кузьменко О.А., Титарьова О.М.

Збереження різноманіття диких медоносних бджіл ускладнюється недостатніми знаннями

про їх поширення та статус на окремих територіях. Дика популяція західної медоносної бджоли *A. mellifera*, яка існує на території Полісся України, є аборигенним підвидом і природним компонентом фауни цих місць. Мета дослідження – оцінити сучасний стан цієї популяції, яка збереглася завдяки розвитку давнього ремесла місцевих жителів із добування меду – «бортництва». Таке бджільництво засноване на відлові диких роїв і не передбачає селекційного розведення. Дикі медоносні бджоли є цінним генетичним ресурсом для збереження біорізноманіття, оскільки вони є важливим резервуаром місцевих адаптацій, які визначають їхнє виживання в дикій природі. Результати фізико-хімічного аналізу меду, отриманого з пасік місцевих бджолярів Поліського природного заповідника: активність діастази – 29,73, рН – 4,9, фруктоза / глюкоза – 1,41, гідроксиметилурфурол – 6,33 мг / кг, пролін – 608,87 мг / кг, а мелісопалінологічний аналіз пилку в меду, % (*Calluna vulgaris*-35, *Potentilla erecta* – 19, *Frangula alnus* – 10, *Lamium purpureum* – 8, *Vaccinium myrtillus L* – 5, *Sisymbrium officinale L* – 5, *Quercus robur L* – 4 та ін.) підтвердили його ботанічне походження та цінність як джерела поживних речовин для бджіл.

Оцінка частоти пилоквих зерен показала відсутність пилку одного виду понад 45 %. Тільки два види визначені як вторинні. Це пилок *Calluna vulgaris L* родини (*Ericaceae*) – 35 % та *Potentilla erecta L* (*Rosaceae*) – 19 %. Пилок таких видів як *Frangula alnus L* (*Rhamnaceae*), *Lamium purpureum L* (*Lamiaceae*), *Vaccinium myrtillus L* (*Ericaceae*) *Sisymbrium officinale L* (*Brassicaceae*), *Quercus robur L* (*Fagaceae*), *Artemisia vulgaris L* (*Asteraceae*) хоча і займає в досліджуваному меду разом 35 % від усього обсягу, проте за класифікацією кожен з цих видів визначається як важливий другорядний.

Пилок *Potentilla erecta L*, *Frangula alnus L*, *Lamium purpureum L* як видів з найбільшим сезонним цвітіння залишається доступним практично упродовж усього сезону медозбору, а анемофільне пилокотворювальне дерево родини *Fagaceae* *Quercus robur L* є звичайним джерелом пилку для медоносних бджіл у лісах Полісся.

Ключові слова: аборигенний підвид, бджільництво, пилок, свіжий мед, дикі медоносні бджоли.



Copyright: Sichenko O. et al. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Кривий М.М.

Горчанок А.В.

Кузьменко О.А.

Титарьова О.М.

<https://orcid.org/0000-0001-9428-0645>


<https://orcid.org/0000-0003-0103-1477>

<https://orcid.org/0000-0003-4553-9950>

<https://orcid.org/0000-0003-4820-809X>

ЕКОЛОГІЯ

УДК 504.064.3:63

**Методологія оцінювання стану екологічної безпеки
питного водопостачання сільських селітебних територій**Валерко Р.А. , Романчук Л.Д.*Державний університет «Житомирська політехніка»* Валерко Р.А. E-mail: valerko_ruslana@ukr.net

Валерко Р.А., Романчук Л.Д. Методологія оцінювання стану екологічної безпеки питного водопостачання сільських селітебних територій. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 2. С. 122–130.

Valerko R., Romanchuk L. Methodology for assessing the state of environmental safety of drinking water supply in rural residential areas. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 2. PP. 122–130.

Рукопис отримано: 09.11.2024 р.

Прийнято: 22.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-190-2-122-130

У статті досліджено проблему забезпечення екологічної безпеки питного водопостачання сільських селітебних територій, яка є актуальною через зростання антропогенного навантаження, недостатню інфраструктуру водопостачання та забруднення водних ресурсів. Предметом дослідження є екологічна безпека систем питного водопостачання, а метою – розроблення методологічних основ для оцінювання та зменшення екологічних ризиків, пов'язаних з якістю питної води.

Провідним підходом є системний аналіз, який дозволяє розглядати сільське водопостачання як систему з вхідними (екологічними, соціальними та економічними чинниками) і вихідними параметрами (якість води). Розроблено модель «чорної скриньки», що враховує вплив рівня сільського господарства, урбанізації, промисловості, екологічного стану та свідомості населення на якість підземних вод.

На основі даних Житомирської області встановлено, що значна частина сільських громад зазнає критичного ризику через перевищення вмісту нітратів (59 % проб). Найгірший стан води виявлено у Бердичівському районі, де середній рівень забруднення нітратами перевищує норму у 2,6 рази. Для оцінювання якості питної води застосовано багатокритеріальні методи, зокрема відстань Хеммінга, яка дає змогу швидко визначати відхилення фактичних показників якості води від нормативних.

Запропоновано адаптовану методику для обчислення сумарного показника якості води, що базується на фізико-хімічних параметрах. Виявлено сильний кореляційний зв'язок між вмістом нітратів, заліза у воді та низкою захворювань, включаючи хронічні та онкологічні. Встановлено, що діти та немовлята є найбільш чутливими до впливу нітратів (критичний рівень ризику у Бердичівському районі).

Дослідження підтвердили доцільність застосування системного аналізу для оцінювання екологічної безпеки водопостачання. Запропоновані моделі та методи можуть слугувати основою для управлінських рішень, спрямованих на забезпечення доступу до якісної питної води, зниження ризиків для здоров'я та покращення екологічного стану сільських територій.

Ключові слова: сільське водопостачання, питна вода, системний аналіз, якість питної води, нітрати, залізо загальне, здоров'я населення.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Забезпечення екологічної безпеки питного водопостачання на сільських селітебних територіях є однією з важливих проблем сучасної екології та водних ресурсів. Зміни в екосистемах, зростання антропогенного навантаження та незадовільний стан інфраструктури в сільській місцевості погіршують якість питної води. Водні ресурси в цих районах часто піддаються забрудненню через неправильне використання землі, забруднення стічними водами, використання агрохімікатів тощо. Зважаючи на те, що якість питної води має безпосередній вплив на здоров'я населення, оцінювання стану екологічної безпеки водопостачання є критично важливим. Проблема також ускладнюється через недостатній рівень моніторингу, оцінювання та управління водними ресурсами в сільських регіонах.

Ця проблема пов'язана з низкою важливих наукових завдань, включаючи розроблення методів і моделей для моніторингу екологічного стану води, визначення ризиків для здоров'я людини та створення комплексних підходів до управління якістю води. Практичні завдання спрямовані на покращення інфраструктури водопостачання, розроблення рекомендацій для зниження забруднення джерел води, а також підвищення рівня екологічної обізнаності та участі населення у збереженні водних ресурсів.

Системний аналіз у сфері охорони довкілля є предметом численних наукових досліджень. Зокрема, комплексний системний аналіз має стати методологічною основою для вирішення практичних екологічних проблем [1]. Проведення системного аналізу якості навколишнього середовища передбачає використання індикаторів для оцінювання стану довкілля. Особливу роль відіграють еколого-економічні показники, що дозволяють визначити рівень антропогенного навантаження в регіоні [2].

Методологія системного аналізу є важливою та ефективно застосовується в різних напрямках екологічних досліджень, зокрема:

в управлінні відходами [3–5], оцінюванні впливу на довкілля [6], дистанційних аерокосмічних дослідженнях екологічної безпеки та природокористування [7], біосферних дослідженнях та моніторингу трансграничного забруднення [8], оцінюванні екологічної безпеки [9] і визначенні рівня забезпеченості водними ресурсами [10] тощо.

Проте наразі у літературі недостатньо описано використання системного аналізу в методологічному процесі оцінювання екологічної безпеки питного водопостачання. Тому запропонована методологія оцінювання екологічної безпеки сільського водопостачання на основі системного аналізу може допомогти у прийнятті ефективних рішень для забезпечення доступу до безпечної питної води в сільській місцевості, зменшення ризиків для здоров'я і підвищення загальної якості життя.

Мета дослідження. Метою досліджень є розроблення та обґрунтування методологічних основ оцінювання екологічної безпеки систем питного водопостачання сільських селітебних територій, що дасть змогу вчасно ідентифікувати екологічні ризики й запобігати їм, а також гарантувати належну якість питної води для населення.

Матеріали і методи дослідження. Провідним методологічним підходом до оцінювання стану екологічної безпеки питного водопостачання сільських селітебних територій є системний аналіз, відповідно до якого сільське водопостачання представлено у вигляді системи, яка має вхідні та вихідні параметри.

Результати дослідження та обговорення. За результатами попереднього аналізу емпіричної інформації про стан питного водопостачання у сільській місцевості, було розроблено модель «чорної скриньки» питного сільського водопостачання, яку представлено на рисунку 1.

Модель враховує вхідні дані, що інтерпретовані як чинники, які впливають на якість підземних вод та критерії оцінювання якості питної води, що враховують запропоновані методи.

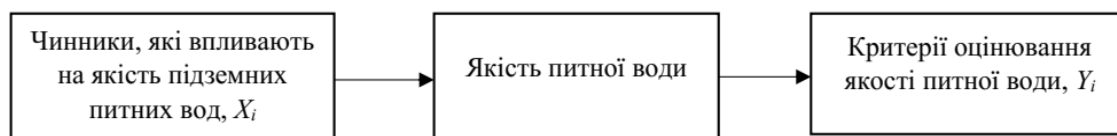


Рис. 1. Модель «чорної скриньки» сільського питного водопостачання.

Свою чергою, чинники впливу на якість підземних питних вод (GQ) у межах сільських населених пунктів можна представити у вигляді множини:

$$GQ = (A, U, I, E, EC), \quad (1)$$

де A – рівень розвитку сільського господарства, U – рівень урбанізації, I – стан розвитку промисловості, E – стан навколишнього природного середовища, EC – рівень екологічної свідомості населення.

Кожен елемент множини GQ може бути представлений окремими підмножинами. Зокрема, множина A складається із таких елементів:

$$A = (MF, OF, I, D, LW), \quad (2)$$

де MF – кількість внесених мінеральних добрив, OF – кількість внесених органічних добрив, I – ступінь зрошення полів, D – ступінь осушення полів, LW – кількість відходів тваринницьких комплексів.

Множина U складається із таких елементів:

$$U = (W, HS, T, S), \quad (3)$$

де W – кількість відходів на несанкціонованих сміттєзвалищах, HS – господарсько-побутові стоки, T – транспорт, автошляхи, S – система водовідведення (відсутність, несправність).

Загалом вхідні параметри можна представити у вигляді графічної моделі (формула 7) та схеми (рис. 2).

$$GQ = \begin{cases} A = (MF, OF, I, D, LW) \\ U = (W, HS, T, S) \\ I = (IW, CS, WW, IL) \\ E = (R, M, F, L) \\ EC = (EA, EE) \end{cases}, \quad (7)$$

Якість води можна також представити у вигляді множини:

$$QW = (I_{ol}, I_{gsc}, I_{hb}, I_{mb}, I_{pl}, I_{rs}, I_{tox(io)}, I_{tox(org)}), \quad (8)$$

де, I_{ol} – органолептичні показники; I_{gsc} – загально-санітарні хімічні показники; I_{hb} – гідробіологічні показники; I_{mb} – мікробіологічні показники; I_{pl} – паразитологічні показники; I_{rs} – показники радіаційної безпеки; $I_{tox(io)}$ – токсикологічні показники хімічного складу воду (неорганічні); $I_{tox(org)}$ – токсикологічні показники хімічного складу воду (органічні).

Вихідні дані, зокрема критерії оцінювання якості питної води, за якими запропоновано здійснювати оцінювання якості питної води, представлено у вигляді множини:

$$ADWQ = (A_c, A_p, A_{hd}), \quad (9)$$

де A_c – оцінювання якості води за класами; A_p – сумарний показник якості води; A_{hd} – сумарний коефіцієнт комплексного забруднення підземних вод; A_{hd} – відстань Хеммінга.

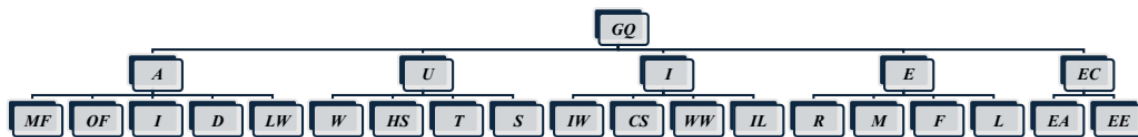


Рис. 2. Система чинників, що впливають на якість питних підземних вод.

Множина I складається із таких елементів:

$$I = (IW, CS, WW, EL), \quad (4)$$

де IW – складування промислових відходів з порушенням законодавства, CS – розливання хімічних речовин, WW – скид неочищених стічних вод, EL – недотримання природоохоронного законодавства.

Множина E може бути представлена такими елементами:

$$E = (R, M, F, L), \quad (5)$$

де R – атмосферні опади і стоки, що збираються на поверхні ґрунту або штучному покритті, M – міграція речовин, F – небезпечні гідрологічні явища (паводки, повені), L – небезпечні геологічні явища (зсуви, карсти, обвали).

Множина EC складається із таких елементів:

$$EC = (EA, EE), \quad (6)$$

де EA – екологічна обізнаність населення, EE – екологічна освіта та виховання населення.

Структурно-логічна схема досліджень включала послідовні етапи, які наведено на рисунку 3.

У результаті досліджень, проведених у межах сільських селітебних територій Житомирської області щодо стану питного водопостачання, було встановлено, що значна частина сільських громад Житомирської області перебуває у зоні критичного ризику через високий рівень забруднення води нітратами, перевищення вмісту яких було виявлено в 59 % відібраних проб питної води (рис. 4). Це свідчить про значне агроекологічне навантаження на підземні води через інтенсивне використання мінеральних добрив у сільськогосподарському секторі, зокрема у Бердичівському районі, де рівень внесення добрив сягнув 136,5 кг на гектар, що стало можливою причиною перевищення вмісту нітратів у воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів у 2,6 раза [11].

За класами якості води, яка відповідно до ДСТУ 4808:2007 класифікується за п'ятьма основними класами від «дуже чистої» до «дуже забрудненої», райони області розподілились таким чином: найкраща якість води, що класифікується як «добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої, виявлена у Житомирському районі, «добра»,

чиста вода прийнятної якості є характерною для підземних вод Бердичівського, Коростенського та Новоград-Волинського районів. Проте недоліком такої методики є те, що об'рахунок класів якості проводиться за досить усередненими показниками, а також не враховуються найгірші значення показників, що дещо змінює загальний стан.



Рис. 3. Структурно-логічна схема дослідження екологічної безпеки питного водопостачання сільської місцевості.

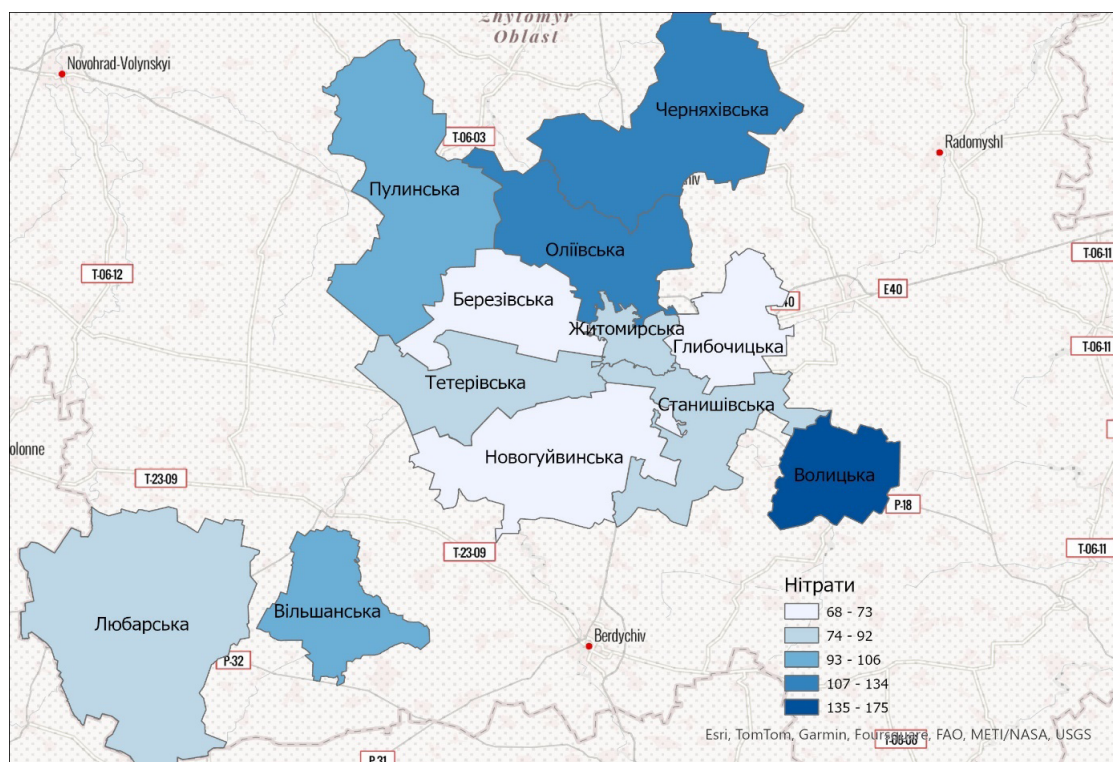


Рис. 4. Середній вміст нітратів у питній воді громад Житомирського району, мг/дм³.

Обчислення сумарного коефіцієнта забруднення підземних вод досліджуваних районів було здійснено на основі середніх значень вмісту нітратів, заліза загального та твердості загальної. Найбільша величина сумарного коефіцієнта забруднення питної води зафіксована для Бердичівського району на рівні 4,5, проте ця величина не перевищує 5. Однак, оскільки вміст нітратів у питній воді створює найбільший ризик для здоров'я населення, доцільно було б дещо змінити ранжування сумарного коефіцієнта забруднення, зокрема діапазон, у якому перебувають досить чисті води, знизити до 3. Після уточнення величини сумарного коефіцієнта забруднення підземні води усіх досліджуваних районів вважаємо слабо забрудненими.

У результаті досліджень підтверджено доцільність застосування багатокритеріальних методів оцінювання якості води, зокрема використання відстані Хеммінга для швидкого та об'єктивного оцінювання, що дозволяє швидко визначити, наскільки фактичні показники якості води різняться з нормативними значеннями. Щодо вмісту нітратів, то при нормативі 50,0 мг/дм³, який встановлено ДСанПіН, відстань збільшується навіть за значень значно менших за норматив. Тому для оцінювання було використано

норматив на рівні 5,0 мг/дм³, який встановлено Директивою Ради 98/83/ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною. За показником загальної твердості також було використано норматив, наведений у Директиві ЄС на рівні 7,0 ммоль/дм³. Щодо вмісту заліза, його нормативне значення було на рівні 1,0 мг/дм³, що регламентується ДСанПіН. У результаті моделювання якості питної води за відстанню Хеммінга встановлено, що вода прийнятної якості описується відстанню до рівня 16,8.

Запропоновано адаптувати методику Національного інституту стратегічних досліджень для оцінювання сумарного показника якості питної води на основі відносних рівнів показників якості питної води. За результатами розрахунків успішно сформульовано математичну модель для оцінювання якості води з використанням фізико-хімічних параметрів і застосовано її до обраних громад Житомирської області. Аналіз цих параметрів показав, що варіації між різними місцями відбору проб і фізико-хімічними факторами, такими як рН, вміст нітратів, заліза загального та загальної твердості, значно впливають на якість води. Сильний зв'язок ($r = 0,87$) між реальними даними (X) і прогнозами моделі (Y) підтверджує надійність моделі якості питної води за

допомогою сумарного показника якості для цілей прогнозування [12].

Відомо, що постійне споживання неякісної питної води може призвести до загострення хронічних і виникнення нових захворювань людини. У результаті досліджень виявлено середній ступінь зв'язку між вмістом нітратів і захворюваннями передміхурової залози ($R^2 = 0,33$), гастритом, дуоденітом ($R^2 = 0,25$), а також слабкі зв'язки з вродженими вадами у новонароджених ($R^2 = 0,05$), захворюваннями сечостатевої системи, онкозахворюваннями та іншими хворобами. Загалом, вміст нітратів у питній воді впливає на розвиток 33,3 % досліджуваних захворювань. Встановлено середній ступінь зв'язку між вмістом заліза у воді та онкозахворюваннями прямої кишки ($R^2 = 0,45$), епілепсією ($R^2 = 0,31$), слабкі зв'язки у межах 20 % із захворюваннями крові, нервової, кровоносної систем, розладами психіки, діабетом, захворюваннями печінки та ін. Підтверджено позитивний кореляційний зв'язок між вмістом заліза у питній воді та 94 % усіх досліджуваних захворювань [13].

Оцінювання ризику для здоров'я населення сільських населених пунктів Житомирської області довело, що дитяче населення області, зокрема немовлята, перебуває у зоні високого та критичного ризику, зокрема: у межах Бердичівського району величина коефіцієнта небезпеки за середнього вмісту нітратів у питній воді становить 13,6, що вказує на критичний рівень ризику, за якого можуть виникати масові скарги та виникнення хронічних захворювань. Усі інші категорії сільського населення за умови середнього вмісту нітратів у питній воді перебувають у зоні середнього ризику виникнення шкідливих негативних ефектів, оскільки величина розрахованого ризику коливається у межах 1,3–3,9, а ризик розвитку шкідливих ефектів спостерігається для особливо чутливих груп населення, зокрема для дітей, людей похилого віку, вагітних жінок тощо. Отже, доведено, що за постійного надходження нітратів із питною водою спостерігається виникнення шкідливих впливів на здоров'я сільського населення, що за чутливістю до дії нітратів розподілились таким чином: немовлята > діти > дорослі жінки > дорослі чоловіки > підлітки.

Доведено, що споживання води із джерел нецентралізованого водопостачання, забрудненої нітратами, може призвести до скорочення очікуваної тривалості життя дорослого населення обох статей у Житомирському районі від 0,85 року (Новогуйвинська ТГ) до

2,13 року (Волицька ТГ). Для чоловіків це скорочення становить від 0,77 до 1,94 року, а для жінок – від 0,94 до 2,36 року, для дитячого населення скорочення тривалості життя досягає від 1,67 до 4,22 року загалом, зокрема для хлопців – від 1,54 до 3,9 року, а для дівчат – від 1,79 до 4,52 року.

Крім того, доросле населення обох статей у разі споживання води з підвищеним вмістом заліза може втратити від 0,11 року (Волицька ТГ) до 1,17 року (Льобарська ТГ), зокрема чоловіки – від 0,10 до 1,06 року, а жінки – від 0,12 до 1,29 року. Скорочення тривалості життя для дітей внаслідок вмісту заліза коливається від 0,21 до 2,31 року, з них для хлопців – від 0,20 до 2,13 року, а для дівчат – від 0,23 до 2,48 року.

Результати досліджень доводять, що з метою забезпечення екологічної безпеки водопостачання у сільських територіях необхідно комплексно підходити до вирішення проблем через оптимізацію управління, модернізацію технологій та активну участь громадян. У результаті, було розроблено авторську стратегічну модель підвищення рівня екологічної безпеки питного водопостачання сільських територій, що включає комплекс організаційно-правових, технологічних, управлінських, економічних та соціальних заходів.

Висновки. Проблема забезпечення екологічної безпеки питного водопостачання на сільських селітебних територіях є актуальною через погіршення якості води, що пов'язане зі зростанням антропогенного навантаження, недостатнім рівнем інфраструктури та моніторингу. У результаті дослідження розроблено модель системного аналізу, яка враховує численні чинники, що впливають на якість підземних вод, та критерії їх оцінювання. Було встановлено значний вплив агрохімічного забруднення, зокрема нітратів, на питну воду в Житомирській області, що підвищує ризики для здоров'я населення, особливо дітей.

Запропоновано використання багатокритеріальних методів, таких як відстань Хеммінга та сумарний коефіцієнт забруднення, для об'єктивного оцінювання якості води. Модель продемонструвала високу ефективність та надійність у прогнозуванні показників водопостачання. Виявлено середній та слабкий ступені кореляції між вмістом забруднювачів у воді (нітратів, заліза) та різними захворюваннями населення, що підтверджує потребу у покращенні якості водопостачання.

З метою мінімізації ризиків запропоновано адаптацію методологічних підходів до

управління якістю питної води та заходи для покращення інфраструктури водопостачання, підвищення екологічної обізнаності населення та впровадження системного моніторингу водних ресурсів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Gotfrids N. System Analysis in the Environmental Science. Environment. Technology. Resources: proceedings of the International Scientific and Practical Conference. 2015. 1. 120 p. DOI:10.17770/etr2011vol1.911.

2. Поліщук В.М., Мудрак Д.О., Мудрак О.В. Системний аналіз якості навколишнього середовища Європи через призму еколого-економічних індикаторів. Збалансоване природокористування. 2024. № 2. С. 42–55. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2024.309921.

3. Khrutba V.O., Antonenko T.V. System analysis project management communication in waste management: proceedings of the National Transport University. Kyiv: NTU, 2015. Vol. 32. P. 312–320.

4. Дяченко Н., Маркіна Л., Ковальчук А., Дяченко А. Застосування прийомів системного аналізу у разі управління відходами. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2022. Вип. 6 (137). С. 9–21. DOI:10.32782/1995-0519.2022.6.1.

5. Пацева І.Г., Герасимчук О.Л., Кагукіна А.М. Системний підхід управління відходами об'єднаних територіальних громад. Екологічні науки. 2022. Вип. 4 (43). С. 181–184. DOI:10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.30.

6. Барна І. Концепт оцінки впливу на довкілля через призму системного аналізу. Наукові записки. 2021. № 2. С. 15–23. DOI:10.25128/2519-4577.21.2.2.

7. Методи системного аналізу в дистанційних аерокосмічних дослідженнях екологічної безпеки та природокористування / А.В. Соколовська та ін. Екологічна безпека та природокористування. 2015. № 2 (18). С. 95–102.

8. Бондар О.І., Машков О.А., Абідов С.Т. Системний аналіз екологічної небезпеки у зоні проведення антитерористичної операції на сході України: біосферні конфлікти та транскордонне забруднення. Екологічні науки. 2015. № 9. С. 5–26.

9. Тарасова В.В., Ковалевська І.М. Методологія системного підходу до оцінки безпеки довкілля. Глобальні та національні проблеми економіки. 2018. Вип. 22. С. 683–687.

10. Івчук В. В. Значення системного аналізу для визначення рівня забезпеченості водними ресурсами. «Системний аналіз в управлінні: міжгалузеві дослідження»: мат. IV Всеукр. наук.-практ. конф. за міжнар. участі (26-27 травня 2022 р., м. Київ). Київ: Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, 2022. С. 119–122.

11. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. Агроекологічне навантаження на сільські селітебні території Житомирської області як чинник вмісту нітрогену у питній воді. Агробіологія. 2021. № 2. С. 200–207. DOI:10.33245/2310-9270-2021-167-2-200-207.

12. Валерко Р.А., Бондарчук В.М., Герасимчук Л.О. Моделювання сумарного показника якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання у межах громад Житомирського району. Вісник Кременчуцького нац. університету ім. Михайла Остроградського. 2024. № 2. С. 36–40. DOI:10.32782/1995-0519.2024.2.4.

13. Встановлення причинно-наслідкових зв'язків між захворюваністю населення та якістю питної води джерел нецентралізованого водопостачання / Р.А. Валерко та ін. Екологічні науки. 2024. Вип. 1 (52). Т. 2. С. 23–28. DOI:10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.4.

REFERENCES

1. Gotfrids, N. (2015). System Analysis in the Environmental Science. Environment. Technology. Resources: proceedings of the International Scientific and Practical Conference. 1, 120 p. DOI:10.17770/etr2011vol1.911.

2. Polishchuk, V.M., Mudrak, D.O., Mudrak, O.V. (2024). Systemnyy analiz yakosti navkolyshn'oho seredovyschcha Yevropy cherez pryzmu ekolo-ho-ekonomichnykh indykatoriv [Systemic analysis of the quality of the European environment through the prism of ecological and economic indicators]. Zbalansovane pryrodokorystuvannya [Sustainable use of nature], no. 2, pp. 42–55. DOI:10.33730/2310-4678.2.2024.309921. (In Ukrainian).

3. Khrutba, V.O., Antonenko, T.V. (2015). System analysis project management communication in waste management: proceedings of the National Transport University. Kyiv: NTU, Vol. 32. pp. 312–320.

4. Dyachenko, N., Markina, L., Koval'chuk, A., Dyachenko, A. (2022). Zastosuvannya pryomiv systemnoho analizu u razi upravlinnya vidkhodamy [Application of methods of system analysis in the case of waste management]. Visnyk KrNU imeni Mykhayla Ostrohrads'koho [Bulletin of Mykhailo Ostrohradskyi KrNU], Issue 6 (137), pp. 9–21. DOI:10.32782/1995-0519.2022.6.1. (In Ukrainian).

5. Patseva, I.H., Herasymchuk, O.L., Kahukina, A.M. (2022). Systemnyy pidkhd upravlinnya vidkhodamy ob'yednanykh terytorial'nykh hromad [Systemic approach to waste management of united territorial communities]. Ekolohichni nauky [Environmental Sciences], Issue 4 (43), pp. 181–184. DOI:10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.30. (In Ukrainian).

6. Barna, I. (2021). Kontsept otsinky vplyvu na dovkillya cherez pryzmu systemnoho analizu [The concept of environmental impact assessment through the prism of system analysis]. Naukovi zapysky [Proceedings], no. 2, pp. 15–23. DOI:10.25128/2519-4577.21.2.2. (In Ukrainian).

7. Sokolovs'ka, A.V., Tomchenko, O.V., Porushkevych, A.Yu., Fedorovs'kyu, O.D., Yakymchuk, V.H. (2015). Metody systemnoho analizu v dystantsiynykh aerokosmichnykh doslidzhennyakh ekolohichnoyi bezpeky ta pryrodokorystuvannya [Methods of system analysis in remote aerospace studies of

ecological safety and nature management]. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannya* [Environmental safety and environmental management], no. 2 (18), pp. 95–102. (In Ukrainian).

8. Bondar, O.I., Mashkov, O.A., Abidov, S.T. (2015). Systemnyy analiz ekolohichnoyi nebezpeky u zoni provedennya antyterorystychnoyi operatsiyi na skhodi Ukrainy: biosferni konflikty ta transkordonne zabrudnennya [Systemic analysis of environmental hazards in the area of the anti-terrorist operation in eastern Ukraine: biosphere conflicts and transboundary pollution]. *Ekolohichni nauky* [Environmental Sciences], no. 9, pp. 5–26. (In Ukrainian).

9. Tarasova, V.V., Kovalevs'ka, I.M. (2018). Metodolohiya systemnoho pidkhotu do otsinky bezpeky dovkillya [Methodology of the system approach to environmental safety assessment]. *Hlobal'ni ta natsional'ni problemy ekonomiky* [Global and national economic problems]. Issue 22, pp. 683–687. (In Ukrainian).

10. Ivchuk, V.V. (2022). Znachennya systemnoho analizu dlya vyznachennya rivnyia zabezpechenosti vodnymy resursamy [The value of system analysis for determining the level of water resources]. «Systemnyy analiz v upravlinni: mizhhaluzevi doslidzheniya»: materialy IV Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi za mizhnarodnoyi uchasti (26-27 travnya 2022 r., m. Kyiv) ["System analysis in management: interdisciplinary research": mat. IV All-Ukrainian scientific-practical conference with international participation (May 26-27, 2022, Kyiv)]. Kyiv: National Pedagogical University named after M.P. Dragomanov, pp. 119–122. (In Ukrainian).

11. Valerko, R.A., Herasymchuk, L.O. (2021). Ahroekolohichne navantazhennia na sil's'ki selitebni terytorii Zhytomyrs'koi oblasti yak chynnyk vmistu nitrhenu u pytnii vodi [Agroecological load on rural residential areas of Zhytomyr region as a factor in nitrogen content in drinking water]. *Agrobiology*, no. 2, pp. 200–207. DOI:10.33245/2310-9270-2021-167-2-200-207. (In Ukrainian).

12. Valerko, R.A., Bondarchuk, V.M., Herasymchuk, L.O. (2024). Modeliuvannia sumarnoho pokaznyka yakosti pytnoi vody dzherel nentsentralizovanoho vodopostachannia u mezhakh hromad Zhytomyrs'koho raionu [Modeling the total indicator of drinking water quality of decentralized water supply sources in communities of the Zhytomyr district]. *Visnyk Kremenchutskoho nats. universytetu im. Mykhaila Ostrohrads'koho* [Bulletin of the Kremenchuk National University named after Mykhailo Ostrohradsky]. no. 2, pp. 36–40. DOI:10.32782/1995-0519.2024.2.4. (In Ukrainian).

13. Valerko, R.A., Herasymchuk, L.O., Patseva, I.H. (2024). Vstanovlennia prychnynno-naslidkovykh zviazkiv mizh zakhvoriuvanistiu naselennia ta yakistiu pytnoi vody dzherel nentsentralizovanoho vodopostachannia [Establishing cause-and-effect

relationships between population morbidity and the quality of drinking water sources of decentralized water supply]. *Ekolohichni nauky* [Ecological Sciences], Issue 1 (52), Vol. 2, pp. 23–28. DOI:10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.4. (In Ukrainian).

Methodology for assessing the state of environmental safety of drinking water supply in rural residential areas

Valerko R., Romanchuk L.

Ensuring the environmental safety of rural drinking water supplies is a critical issue in modern ecology and water resource management. Ecosystem changes, growing human impact, and inadequate rural infrastructure degrade drinking water quality. Water resources in these regions are often polluted by improper land use, untreated sewage discharge, and excessive agrochemical use. Drinking water quality directly affects public health, making the evaluation of water supply systems essential. The problem is compounded by inadequate monitoring, assessment, and management of water resources in rural areas.

This study addresses several important scientific tasks, including developing methods and models for monitoring water's ecological status, identifying human health risks, and formulating integrated approaches to water quality management. Practical measures include improving water supply infrastructure, drafting recommendations for reducing water source pollution, and enhancing public awareness and participation in water resource conservation.

The study aims to develop and substantiate methodological foundations for assessing the ecological safety of rural drinking water supply systems. This approach will facilitate identifying and preventing environmental risks while ensuring acceptable water quality for the population.

The key methodological approach for assessing the ecological safety of drinking water supply systems in rural settlements is system analysis, which conceptualises rural water supply as a system with specific input and output parameters.

Based on an empirical analysis of rural drinking water supply, a “black box” model of rural water systems was developed. This model includes input factors influencing groundwater quality and criteria for assessing drinking water quality. Influential factors (GQ) were categorized into subsets: agriculture (A), urbanization (U), industrial activity (I), environmental conditions (E), and public ecological awareness (EC). Each subset is further broken down into specific parameters, such as fertilizer use, waste disposal, and hydrological phenomena.

The study also defines drinking water quality (QW) using organoleptic, microbiological, and toxicological indicators. Evaluation criteria (ADWQ) include water quality classes, total quality indices, comprehensive pollution coefficients, and Hamming distance metrics for rapid and objective assessments.

Research conducted in rural areas of the Zhytomyr region revealed critical nitrate pollution in 59% of water samples, attributed to intensive agricultural practices. A mathematical model for assessing water quality was developed and validated, showing a strong correlation ($r = 0.87$) between real and predicted data. The study also found a relationship between nitrate content and health risks, highlighting high or critical risk zones, especially for children and infants.

The study confirms the utility of systemic, multi-criteria approaches in assessing drinking water quality, particularly in rural areas. The developed methodology facilitates effective decision-making to mitigate health risks and improve water quality, ensuring better access to safe drinking water in rural communities.

Keywords: rural water supply, drinking water, system analysis, drinking water quality, nitrates, total iron, public health.



Copyright: Валерко Р.А., Романчук Л.Д. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:
Валерко Р.А.

<https://orcid.org/0000-0003-4716-0100>

**ДО 100-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ЗАСЛУЖЕНОГО ДІЯЧА НАУКИ
І ТЕХНІКИ УКРАЇНИ, ДОКТОРА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ НАУК,
ПРОФЕСОРА Є. І. АДМІНА**

**Видатний вчений, автор передових технологій,
полум'яний патріот України**

Народився Євгеній Іванович 18 листопада 1924 року, виховувався в дитячому будинку.

У 1942 році, у розпал воєнного лихоліття, у віці 17 років поповнив лави Червоної Армії, воював у стрілецьких частинах на південному фронті кулеметником. Перемогу зустрів в Ірані, куди з групою радянських військ був направлений після другого поранення.

Демобілізувавшись 1947 року, певний час працював токарем на заводі, потім навчався в Дніпропетровському сільськогосподарському інституті, який закінчив з відзнакою у 1952 році. Наступні чотири роки працював головним зоотехніком навчально-дослідного господарства цього ж інституту. Ще в роки навчання Євгеній Іванович займався науковими дослідженнями і це захоплення переросло в справу всього життя.



Як науковець починав діяльність на посаді завідувача відділом тваринництва Донецької обласної сільськогосподарської дослідної станції. Підготував кандидатську дисертацію на тему: «Матеріали з вивчення фізіології лактації та режимів доїння корів» і успішно її захистив 10 жовтня 1959 року в Українській сільськогосподарській академії (м. Київ).

З 1961 до 1983 р. завідував відділом технології утримання і гігієни сільськогосподарських тварин Науково-дослідного

інституту тваринництва Лісостепу і Полісся України. Докторську дисертацію на тему: «Наукові обґрунтування технології машинного доїння корів на фермах промислового типу» захистив 4 листопада 1974 року також в Українській сільськогосподарській академії.

У 1983 році обрано завідувачем кафедри крупного тваринництва Білоцерківського державного сільськогосподарського інституту. На цій посаді, а також на посаді професора кафедри він працював 23 роки.

Працюючи в НДІ тваринництва, Є.І. Адмін віддав багато сил організації, становленню і визнанню відділу технології утримання і гігієни сільськогосподарських тварин, проведенню актуальних наукових досліджень, підготовці кадрів.

За його керівництва вперше у вітчизняній практиці в одному з дослідних господарств Харківської області була освоєна технологія безприв'язного утримання корів на глибокій підстилці з доїнням на апараті «Ялинка». Ферма успішно функціонувала майже 60 років і виробляла найдешевше молоко в Україні.

Велика заслуга Євгенія Івановича у становленні технології виробництва молока як науки. Тематиці технологічного спрямування присвячено понад 200 наукових праць, зокрема, 9 підручників та навчальних посібників, 13 монографій і брошур, 4 авторські свідчення.

На базі чисельних експериментів ним обґрунтовано багато параметрів технології, організації і адаптації корів на фермах машинного доїння, розроблено зоотехнічні обґрунтування і вимоги для автоматизації доїльних апаратів майбутнього; вивчено добову ритміку кормової поведінки корів і телят за різного їх утримання. Це дало можливість розробити метод режимного годування тварин, втілити його в проекти і будівництво ферм. Вказаний метод зменшує витрати кормів на 7–18 %, знижує вартість будівництва тваринницьких приміщень на 9–12 %; запропоновано науково обґрунтовані способи групування корів на фермах з метою нормованого, механізованого роздавання кормів та диференційованого догляду за тваринами різної продуктивності, віку і фізіологічного стану, що зменшує витрати кормів на 12–15 %, а затрати праці – на 16 %; удосконалено технологію утримання нетелей і корів у контрольно-селекційних корівниках ферм; розроблено оригінальні технології проведення отелень корів в денниках взимку і влітку, а також доїння новотільних корів і напування телят молозивом; науково обґрунтовано економічні проекти поетапного оновлення існуючих

молочних ферм з метою втілення енергосzczорозберігаючих технологій рентабельного виробництва високоякісного молока.

Глибокими знаннями і багатим досвідом вчений щедро ділиться з молодими науковцями. Серед його учнів 8 докторів і 24 кандидати сільськогосподарських наук. З його думками рахуються вчені не тільки України, а й усієї Європи. Він був членом кількох спеціалізованих рад із захисту дисертацій.

У навчальному процесі з вивчення скотарства Євгеній Іванович зробив наголос на прогресивних технологіях виробництва молока та яловичини. Він одним із перших розробив мультимедійні програми викладання дисциплін. Завдяки його наполегливості кафедру оснастили сучасними технічними засобами навчання. Йому було притаманне глибоке знання своєї дисципліни і вміння зацікавити студентів змістовними лекціями, практичними заняттями, які добре сприймалися аудиторією. За розробленими Є.І. Адміном оригінальними методиками студенти виконують лабораторно-практичні заняття і нині. У вересні 1995 року вченому присвоєно почесне звання заслуженого діяча науки і техніки України. Трудові та бойові заслуги Євгенія Івановича відзначено орденами «Знак пошани» і Трудового Червоного Прапора, Великої Вітчизняної війни II ступеня і 12 медалями. Багато сил вкладав Євгеній Іванович і в громадську роботу. Тривалий період був головою інститутського комітету ветеранів Великої Вітчизняної війни. Вчений прищеплював найкращі людські риси студентській молоді, аспірантам. Науковій роботі віддавався самовіддано, чутливо вловлював все нове. Завдяки глибоким знанням, розуму й інтуїції вирішував проблеми технології виробництва молока в нових економічних умовах. Багатим досвідом щедро ділився з учнями – студентами, аспірантами, співробітниками.

Євгеній Іванович був доброю, чуйною людиною, завжди розумів і допомагав в скрутні. Був не байдужий до чужих проблем, його поважали не тільки учні та співробітники, але й усі, хто з ним працювали.

О.В. Бориц, канд. сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технології виробництва молока і м'яса

Наукове видання

**Технологія виробництва
і переробки продукції тваринництва**

Збірник наукових праць

№ 2 (190) 2024

*Редактор О.В. Славінська
Комп'ютерне верстання: В.С. Мельник*

Зареєстрований у сфері друкованих медіа
(ідентифікатор R30-03970, затверджено рішенням Національної ради України
з питань телебачення і радіомовлення №1425 від 25.04.2024 р.).

Формат 60¹/₈. Ум.др.арк. 15,5. Тираж 300.

Підписано до друку 28.11.2024 р.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,
e-mail: redakciaviddil@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

ДК № 3984 від 17.02.2011 р.