

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

Збірник наукових праць

**Виходить 2 рази на рік
Заснований 03.2009 року**

№2 (150) 2019

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

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 15 від 11 грудня 2019 р.)

Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» є фаховим виданням із сільськогосподарських наук (постанова Президії ВАК України від 06.11.2014 р. № 1279) 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*, РІНЦ.

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Димань Т.М.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Заступник головного редактора – **Пірова Л.В.**, канд. с.-г. наук, доц., 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
Бомко В.С., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Гассемі Нейжад Ж., д-р філософії, доц., Коледж тваринництва та технологій, Університет Конкук, Сеул, Республіка Корея
Кацаньова М., д-р філософії, проф., Словацький аграрний університет, Нітра, Словачія
Луценко М.М., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
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
Мохаммадабаді М.Р., д-р філософії, проф., Шахід Бахонар Університет міста Керман, Керман, Іран
Ніколова Л., д-р філософії, доц., Інститут біології та імунології відтворення, Софія, Болгарія
Попова Т., д-р філософії, проф., Інститут тваринництва, Костинброд, Болгарія
Розпутній О.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Соболев О.І., д-р с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Ставецька Р.В., д-р с.-г. наук, доц., 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 – **Pirova L.V.**, PhD, 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., Iowa State University, DuPont Pioneer, Iowa, USA
Bitiutskyi V.S., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Bomko V.S., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Ghassemi Nejad J., PhD, Ass. Prof., College of Animal Bioscience and Technology, Konkuk University, Seoul, Republic of Korea

Kacaniova M., PhD, Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovakia
Lutsenko M.M., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
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
Nikolova L., PhD, Ass. Prof., Institute of Biology and Immunology of Reproduction, Sofia, Bulgaria
Popova T., PhD, Prof., Institute of Animal Science, Kostinbrod, Bulgaria
Rozputnii O.I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
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., Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Stavetska R.V., D. Sc., Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Tsekhmistrenko S.I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Редакционная коллегия:

Главный редактор – **Дымань Т.Н.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Заместитель главного редактора – **Пирова Л.В.**, канд. с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Члены редакционной коллегии:

Ариас Р., д-р философии, доц., Университет Аустрал де Чили, Валдивия, Чили
Билл М., д-р философии, проф., Государственный университет штата Айова, «Дюпон Пионер», Айова, США
Битюцкий В.С., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Бомко В.С., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Гассеми Нейжад Ж., д-р философии, доц., Колледж животноводства и технологий, Университет Конкук, Сеул, Республика Корея
Кацанева М., д-р философии, проф., Словацкий аграрный университет, Нитра, Словакия
Луценко М.М., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Мачюк В., д-р философии, проф., Университет аграрных наук и ветеринарной медицины, Ясы, Румыния
Мельниченко А.Н., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Мерзлов С.В., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Мохаммадабади М.Р., д-р философии, проф., Шахид Бахонар Университет города Керман, Керман, Иран
Николова Л., д-р философии, доц., Институт биологии и иммунологии воспроизводства, София, Болгария
Попова Т., д-р философии, проф., Институт животноводства, Костинброд, Болгария
Розпутний А.И., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Соболев А.И., д-р с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Ставецкая Р.В., д-р с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Цехмистренко С.И., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Шаран Н.М., д-р с.-х. наук, проф., Институт биологии животных, Львов, Украина
Шурчкова Ю.А., д-р техн. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна, тел.:+38(0456)33-11-01, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

ЗМІСТ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

Хмельничий Л.М., Хмельничий С.Л. Популяційно-генетичні параметри статей будови тіла корів української чорно-рябої молочної породи	6
Хмельничий Л.М., Салогуб А.М. Мінливість молочної продуктивності корів залежно від методу розведення за лініями	14
Хмельничий Л.М., Лобода А.В., Бардаш Д.О. Особливості екстер'єрного типу корів-первісток українських чорно-рябої та червоно-рябої молочних порід	21
Сіряк В.А., Полупан Ю.П., Ставецька Р.В. Характеристика за ростом та молочною продуктивністю корів напівсестер за батьком	33
Жижка С.В., Повод М. Г. Річна динаміка параметрів мікроклімату за різних систем його створення та їх вплив на продуктивні якості свиноматок і ріст приплоду	43
Лихач В.Я., Калиниченко Г.І. Продуктивні якості овець різних генотипів	55
Орішук О.С., Цап С.В., Ізболдіна О.О. Вплив активних дріжджів на показники продуктивності курей-несучок	64
Андрієнко Л. М., Отченашко В.В. Вплив різних джерел метіоніну на показники продуктивності молодняку кролів	71
Радчиков В.Ф., Цай В.П., Кот А.Н., Сапсальова Т.Л., Бесараб Г.В., Разумовський С.Н., Пірова Л.В. Ефективність використання енергетичної кормової добавки Коубіотік Енергія в раціонах корів	81
Радчиков В.Ф., Цай В.П., Кот А.Н., Сапсальова Т.Л., Бесараб Г.В., Разумовський С.Н., Шутько О.П. Особливості травлення в рубці молодняку великої рогатої худоби залежно від різного співвідношення енергії, розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну в раціоні	93
Редька А.І., Бомко В.С., Сломчинський М.М., Чернявський О.О., Бабенко С.П. Ефективність використання змішанолігандного комплексу Цинку в комбікормах для курчат-бройлерів	105

БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

Цехмістренко О.С., Бітюцький В.С., Цехмістренко С.І., Мельниченко О.М., Тимошок Н.О., Співак М.Я. Використання наночастинок металів та неметалів у птахівництві	113
Мухамед Джаве, Амір Ікбал, Міан Назір Шах, Саміулах Хан, Абдур Рахман Сіал, Петро Каркач, Юрій Машкін, Наталія Вовкотруб, Ісмаїл Байрам. Вплив суміші водного екстракту рослин на ліпідний профіль та гепатотоксичність курчат-бройлерів (англ. мова)	131
Данченко О.О., Рубан Г.В., Здоровцева Л.М., Данченко М.М., Гапоненко Т.М., Коляденко В.В. Вітамін Е як інгібітор окисного псування м'яса гусей під час зберігання	137

ЕКОЛОГІЯ

Шевчук Т.В., Дорошкевич Н.Ф. Трансформація важких металів у рослинних відходах міста при вермикомпостуванні (англ. мова)	145
---	-----

CONTENT

TECHNOLOGY OF MANUFACTURE AND PROCESSING PRODUCTION OF ANIMALS

Khmelnychiy L., Khmelnychiy S. Population-genetic parameters of the traits of the body structure of cows of Ukrainian Black-and-White Dairy breed	6
Khmelnychiy L., Salohub A. Variability of dairy productivity of cows depending on the breeding method by lines	14
Khmelnychiy L., Loboda A., Bardash D. Features of the conformation type of first-born cows of Ukrainian Black-and-White and Red-and-White Dairy breeds	21
Siriak V., Polupan Y., Stavetska R. Characteristics of half-siblings cows' by growth and milk productivity	33
Zhyzhka S., Povod N. Annual dynamics of the micro-climate parameters in pig farms and their impacts on the production qualities of lactating sows	43
Likhach V., Kalinichenko H. Productive traits of sheep of different genotypes	55
Orishchuk O., Tsap S., Izhboldina O. Effect of active yeast on productive traits of chicken-livers	64
Andrienko L., Otchenashko V. Influence of methionine from different sources on productivity traits of young rabbits	71

Radchicov V., Tzai V., Kot A., Sapsaleva T., Besarab G., Razumovsky S., Pirova L. Efficiency of energy feed supplement Cobiotic Energy in diets for cows.....	81
Radchicov V., Tzai V., Kot A., Sapsaleva T., Besarab G., Razumovsky S., Shulko O. Rumens cannulation of young cattle depending on protein diet.....	93
Redka A., Bomko V., Slomchynskyi M., Chernyavsky A., Babenko S. Efficiency of use of zinc mixed liganding complex in compound feeds for chicken broilers	105

BIOTECHNOLOGY AND BIOS ENGINEERING

Tsekhmistrenko O., Bityutsky V., Tsekhmistrenko S., Melnychenko O., Tymoshok N., Spivak M. Use of nanoparticles of metals and non-metals in poultry farming	113
Muhammad Javed, Aamir Iqbal, Mian Nazir Shah, Samiullah Khan, Abdur Rahman Sial, Karkach Peter, Mashkin Yuriy, Nataliia Vovkotrub, Ismail Bayram. Effect of aqueous extract plant mixture on lipid profile and hepatotoxicity of broiler chicks	131
Danchenko E., Ruban A., Zdorovtseva L., Danchenko N., Gaponenko T., Kolyadenko V. Vitamin E as an inhibitor of oxidative damage to goose meat storage	137

ECOLOGY

Shevchuk T.V., Doroshkevich N.F. Migration of toxic metals from vegetable waste in compost	145
---	-----

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Хмельничий Л.М., Хмельничий С.Л. Популяционно-генетические параметры статей телосложения коров украинской черно-пестрой молочной породы.....	6
Хмельничий Л.М., Салогуб А.М. Изменчивость молочной продуктивности коров в зависимости от метода разведения по линиям.....	14
Хмельничий Л.М., Лобода А.В., Бардаш Д.А. Особенности экстерьерного типа коров-первотелок украинских черно-пестрой и красно-пестрой молочных пород	21
Сиряк В.А., Полупан Ю.П., Ставецкая Р.В. Характеристика по росту и молочной продуктивности коров полусестер по отцу	33
Жижка С.В., Повод М.Г. Годовая динамика параметров микроклимата при разных системах его поддержания и их влияние на продуктивные качества свиноматок и рост приплода	43
Лихач В.Я., Калиниченко Г.И. Продуктивные качества овец различных генотипов	55
Орищук О.С., Цап С.В., Ижболдина О.О. Влияние активных дрожжей на показатели продуктивности кур-несушек	64
Андриенко Л. Н., Отченашко В.В. Влияние различных источников метионина на показатели производительности молодняка кроликов	71
Радчиков В.Ф., Цай В.П., Кот А.Н., Сапсалева Т.Л., Бесараб Г.В., Разумовский С.Н., Пирова Л.В. Эффективность применения кормовой энергетической добавки Коубиотик Энергия в рационах коров	81
Радчиков В.Ф., Цай В.П., Кот А.Н., Сапсалева Т.Л., Бесараб Г.В., Разумовский С.Н., Шулько О.П. Особенности рубцового пищеварения у молодняка крупного рогатого скота в зависимости от разного соотношения энергии, расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационах.....	93
Редька А.И., Бомко В.С., Сломчинский М.Н., Чернявский А.А., Бабенко С.П. Эффективность использования смешаннолигандного комплекса Цинка в комбикормах для цыплят-бройлеров	105

БИОТЕХНОЛОГИЯ И БИОИНЖЕНЕРИЯ

Цехмистренко О.С., Битюцкий В.С., Цехмистренко С.И., Мельниченко А.Н., Тимошок Н.А., Спивак Н.Я. Использование наночастиц металлов и неметаллов в птицеводстве	113
Мухамед Джава, Амир Икбал, Миян Назир Шах, Самиулах Хан, Абдур Рахман Сиял, Петр Каркач, Юрий Машкин, Наталия Вовкотруб, Исмаил Байрам. Влияние смеси водного экстракта растений на липидный профиль и гепатотоксичность цыплят-бройлеров	131
Данченко Е.А., Рубан А.В., Здорозцева Л.Н., Данченко Н.Н., Гапоненко Т.Н., Коляденко В.В. Витамин Е как ингибитор окислительной порчи мяса гусей при хранении	137

ЭКОЛОГИЯ

Шевчук Т.В., Дорошкевич Н.Ф. Трансформация тяжелых металлов в растительных отходах города при вермикомпостировании	145
---	-----

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

УДК 636.22/28.081.14

ХМЕЛЬНИЧИЙ Л.М.

ХМЕЛЬНИЧИЙ С.Л.

Сумський національний аграрний університет

ПОПУЛЯЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНІ ПАРАМЕТРИ СТАТЕЙ БУДОВИ ТІЛА КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ

Дослідження статей будови тіла корів української чорно-рябої молочної породи було проведено у стаді племінного заводу Підліснівської філії ПрАТ «Райз-Максимко» Сумського району. Наведено результати співвідносної мінливості між промірами екстер'єру та величиною надою тварин у віковій динаміці лактацій. Встановлено додатні коефіцієнти кореляцій у межах статистичної достовірності між промірами та надоєм корів-первісток: висотою у холці ($r=0,422$) та крижах ($0,353$), глибиною грудей ($r=0,362$), шириною у маклаках ($r=0,311$), кульшах ($0,271$) і сідничних горбах ($r=0,366$); навкісною довжиною тулуба ($r=0,286$) і заду ($r=0,244$); обхватом грудей ($r=0,391$). З віком наведені зв'язки слабшають. Ступінь успадкованості промірів варіює у межах статей та віку корів. Виявлено достатній, достовірний за критерієм Фішера, рівень коефіцієнтів успадкованості, які забезпечать відповідну ефективність масової селекції за промірами висоти у холці ($h^2=0,347$) та крижах ($h^2=0,288$), глибини ($h^2=0,244$) та обхвату грудей ($h^2=0,348$), широтних промірів заду ($h^2=0,251-0,264$), навкісної довжини тулуба ($h^2=0,318$) та заду ($h^2=0,216$), за якими тварини різнилися у віці першої лактації. Встановлено, що частка мінливості промірів основних статей будови тіла зумовлена спадковістю поліпшувальної породи (22,1–36,4 %), племінною цінністю батька корів (16,1–37,7 %), кровністю батька (10,9–26,6 %) та лінією батька (8,6–19,6 %). Виявлені додатні коефіцієнти кореляцій між більшістю промірів статей будови тіла і величиною надою та достатній рівень їх успадкованості у віковій динаміці лактацій є мотиваційними чинниками для ефективності селекції худоби молочних порід за екстер'єром. Сила впливу племінної цінності батька та його походження на показники промірів екстер'єру їх потомства свідчить про необхідність урахування під час підбору показників комплексної оцінки племінної цінності бугаїв-плідників.

Ключові слова: українська чорно-ряба молочна порода, корови, проміри, кореляція, успадкованість, сила впливу, надій.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-06-13

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Оцінювання сільськогосподарських тварин за екстер'єром є одним із усталених методів визначення їх біологічних та господарсько корисних властивостей за формами будови тіла, який донині не втратив своєї важливості, а навпаки, набув більшої значущості під час переходу галузі молочного скотарства до сучасних промислових технологій. Тривала практика селекції переконує, що тварини з міцною конституцією і з відповідними екстер'єрними показниками можуть в умовах суцільної механізації процесів виробництва мати високу продуктивність, адаптаційну і відтворну здатність, витривалість і здатність до тривалого продуктивного використання [3, 29].

Серед існуючих методів оцінювання екстер'єру (окомірна оцінка, описова оцінка статей будови тіла, бальна оцінка, взяття промірів, індексна оцінка, лінійна оцінка типу на основі порівняння оцінюваних особин з модельною твариною) оцінка корів за промірами у селекційно-племінній роботі має важливе значення, оскільки завдяки їй можна отримати об'єктивне цифрове вираження розвитку найважливіших частин тіла тварини у будь-який період її життя, провести порівняльний аналіз як в окремих тварин, так і в межах різних селекційних груп, стад, ліній та порід. Біометрична обробка даних промірів дає змогу об'єктивно визначити розвиток окремих статей та індексів будови тіла, гармонійне поєднання яких відображає екстер'єрний тип тварин.

Відмінний рівень розвитку та гармонійне поєднання статей будови тіла великої рогатої худоби забезпечує міцність її здоров'я, визначає напрям продуктивності та можливості фізіологічної діяльності щодо максимальної, за відповідних умов, реалізації господарсько корисних ознак [8, 16, 20, 23, 27]. Існування позитивної (додатної) кореляції між окремими статтями будо-

ви тіла та ознаками молочної продуктивності корів молочної худоби уможлиблює ведення опосередкованої селекції тварин за цими показниками [5, 18, 19, 24, 25]. Достатній рівень успадкованості промірів будови тіла гарантує ефективність масової селекції корів за типом [14, 15, 21, 26, 28, 29], оскільки результати популяційно-генетичних досліджень свідчать, що статі будови тіла корів, як і будь-які інші кількісні господарсько корисні ознаки, детермінуються адитивними генами та успадковуються за проміжним типом [9, 10, 13].

Добір кращих за фенотиповим проявом особин за високої успадкованості дасть змогу істотно зрушити ознаку потомства у бажаному напрямі її розвитку. Тимчасом за низької успадкованості ознаки відбувається майже повне її повернення до середньої величини вихідного покоління. За певного скорочення генетичної мінливості знижується реакція на добір, отже, і на реалізацію успадкованості [17].

Варто враховувати, що успадкованість завжди проявляється в конкретних умовах середовища [1, 4]. Генотип визначає норму реакції організму на зовнішні умови. Змінюються умови – неминує змінюється і норма реакції. Відтак, відділяти вплив успадкованості від впливу середовища можливо лише з великою часткою умовності і лише в певних межах коливання зовнішніх чинників. У зв'язку з цим виникає необхідність постійного генетико-популяційного моніторингу стад за показниками успадкованості кількісних господарсько корисних ознак, що дає змогу істотно підвищити ефективність селекційного процесу за умови отримання високого рівня коефіцієнтів [2, 11].

Результати досліджень різних авторів свідчать про високу мінливість коефіцієнтів успадкованості ознак екстер'єру корів молочної худоби. Аналіз коефіцієнтів успадкованості промірів будови тіла оцінених корів ПЗ «Владана» та ПР АФ «Косівщинська» показав значну генотипову мінливість, яка істотно змінювалася у межах врахованих лактацій та господарств. У корів-первісток ПЗ «Владана» встановлено низькі коефіцієнти успадкованості за промірами будови тіла ($h^2=0,122-242$), які підвищились у віці другої лактації з мінливістю $0,236-0,445$ у більшості випадків з високою достовірністю за критерієм Фішера. Найнижчі та недостовірні рівні коефіцієнтів успадкованості промірів статей будови тіла отримано у корів за даними третьої лактації ($h^2=0,092-237$). У корів ПР АФ «Косівщинська» було отримано вищі ступені коефіцієнтів успадкованості статей будови тіла. Першу позицію ($h^2=0,199-480$) зайняли тварини другої лактації, другу – третьої і старше ($h^2=0,191-0,349$) та третю – корови-первістки ($h^2=0,091-257$) [15].

З огляду на те, що організм тварини є єдиною самокерованою системою, що склалася у процесі еволюції, де окремі частини організму, органи, тканини, ознаки знаходяться у взаємному зв'язку одне з одним, вивчення зв'язків між господарсько корисними ознаками має велике значення для селекційно-племінної роботи [22]. Для ефективності добору за ознаками з низькою успадкованістю облік ознак, що корелюють, має вирішальне значення. При цьому включення до селекції таких сполучених ознак, успадкованість яких дуже низька, – єдино можливий спосіб для досягнення успіху селекції.

За результатами досліджень з вивчення залежності молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи від промірів їх тіла у період першої лактації у стаді господарства ТзОВ «Молочні ріки» Сокальського району Львівської області встановлено, що найвищими надоями та кількістю молочного жиру характеризувалися тварини, висота в холці яких у період першої лактації становила 130–132 см, глибина грудей – 74–76, ширина грудей – 43–45, обхват грудей за лопатками – 195–199, коса довжина тулуба – 155–159, ширина в маклаках – 55–57 та обхват п'ястка – 18,1–19,0 см [12]. Коефіцієнти кореляції між промірами тіла первісток і показниками їх подальшої молочної продуктивності, залежно від проміру і лактації, знаходилися в межах 0,100–0,403, а частка впливу промірів на показники молочної продуктивності – в межах 8,68–36,38 %.

Дослідженнями корів української червоно-рябої молочної породи [6] встановлено, що мінливість корелятивних зв'язків між промірами статей будови тіла корів і величиною надою залежить від оцінювання тварин у різні вікові періоди. Рівень коефіцієнтів кореляцій між промірами статей екстер'єру і надоєм корів у віці першої лактації найвищий, і в більшості випадків був високодостовірний від 0,277 (коса довжина заду) до 0,403 (глибина грудей), за винятком ширини грудей (-0,097) та обхвату п'ястка (0,077). Напрямок кореляційних зв'язків тварин у віці

другої лактації збігається з першою, однак вирізняється меншою величиною коефіцієнтів і достовірності. У віці третьої лактації кореляційні зв'язки більшості статей екстер'єру істотно знижені, мають позитивну спрямованість і низьку достовірність. Це зумовлено природним збільшенням вікової мінливості статей екстер'єру як під впливом онтогенетичних закономірностей нерівномірності розвитку, так і паратипових чинників.

З огляду на те, що оцінка племінної цінності тварин молочної худоби переважно ґрунтується на ознаках молочної продуктивності та екстер'єру, враховуючи у доборі та підборі ці ознаки, важливо знати та раціонально використовувати їх взаємну зумовленість.

З метою підвищення ефективності селекції одночасно за кількома ознаками вбачається вмотивованим відстежувати рівень кореляції між екстер'єром і молочною продуктивністю тварин. Крім того, існуюча мінливість ознак екстер'єру зумовлює необхідність постійного генетичного моніторингу селекційних стад за ступенем їх успадковуваності.

Матеріал і методи дослідження. Експериментальні дослідження проведено у стаді племінного заводу Підліснівської філії ПрАТ «Райз-Максимко» Сумського району з розведення української чорно-рябої молочної породи. Екстер'єр у досліджуваних тварин вивчали за промірами будови тіла, які оцінювали за допомогою мірних пристроїв. Показники досліджень опрацьовували біометричними методами на ПК за використання програмного забезпечення і формул, описаних Е.К. Меркурьевой [7]. Успадковуваність селекційних ознак визначали за показником сили впливу батька на їх розвиток у напівсисів в однофакторному дисперсійному комплексі ($h^2 = \eta_x^2$).

Силу впливу (η_x^2) генотипних та паратипових чинників на господарсько корисні ознаки вивчали методом однофакторного дисперсійного комплексу через співвідношення факторіальної дисперсії до загальної.

Результати дослідження та їх обговорення. Встановлено, що мінливість вирахованих кореляцій між промірами статей будови тіла корів та величиною надою залежить як від віку тварини, так і від оцінюваної ознаки (табл. 1).

Таблиця 1 – Зв'язок між промірами та величиною надою корів за 305 дів у віковій динаміці лактацій

Назва проміру	Перша лактація		Друга лактація		Третя лактація	
	r	t _r	r	t _r	r	t _r
Оцінено тварин	421		364		308	
Висота у: холці	0,422***	10,3	0,303***	6,17	0,188**	2,69
крижах	0,353***	8,14	0,275***	4,33	0,156*	2,32
Глибина грудей	0,362***	9,01	0,244**	3,63	0,173**	2,83
Ширина: грудей	0,085	1,06	0,071	1,58	0,066	0,78
в маклаках	0,311***	6,14	0,277**	4,91	0,205**	3,03
у кульшах	0,271***	5,52	0,142*	1,77	0,079	0,87
у сідничних горбах	0,366***	8,14	0,254***	4,33	0,097	1,39
Навісна довжина: заду	0,244***	4,74	0,195**	2,87	0,109*	1,99
тулуба	0,286***	6,04	0,201***	3,44	0,154*	2,48
Обхват: грудей	0,391***	9,11	0,306**	5,59	0,212**	3,11
п'ястка	-0,045	0,51	-0,048	0,54	-0,055	0,58

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Величини додатних коефіцієнтів кореляцій та їх достовірність засвідчили, що надій корів-первісток піддослідного стада найбільше залежить від промірів висоти у холці ($r=0,422$) та крижах ($r=0,353$), глибини грудей ($r=0,362$), широтних промірів заду ($r=0,271-0,366$), довжини тулуба ($r=0,286$) та обхвату грудей ($r=0,391$). Рівень такого зв'язку пояснюється тим, що висота характеризує загальний розвиток усього організму тварини, а глибина грудей та тулуба – стан таких життєво важливих органів як легені, серце та шлунково-кишковий тракт, від розвитку яких залежить продуктивність корів.

Коефіцієнти кореляцій між промірами навісної довжини заду та тулуба і обхвату грудей з величиною надою за враховані вікові періоди мають позитивну спрямованість, однак вищі і достовірніші вони лише у віці першої та другої лактацій.

З віком отриманий зв'язок між промірами статей будови тіла та величиною надою у корів-первісток за напрямом зберігається, однак за деякого зменшення коефіцієнтів кореляцій. Це

може бути наслідком природного зростання вікової мінливості статей екстер'єру під впливом онтогенетичних закономірностей розвитку та паратипових чинників [8].

Практика зоотехнії свідчить, що успішна селекція за екстер'єром у молочному скотарстві істотно залежить від ступеня успадкованості тієї чи іншої статі будови тіла. Використання показників ознак екстер'єру з високим ступенем успадкування у практичній селекційно-племінній роботі дає змогу селекціонерам швидше досягти поставленої мети за умов цілеспрямованого добору та підбору тварин за типом.

Крім того, генетична різноманітність тварин за певною ознакою залежить від багатьох чинників (попередні добір та підбір, схрещування). У кожній популяції ці чинники діють по-різному, тому коефіцієнт успадкованості – величина, характерна для певної групи тварин. Крім того, ступінь генетичної різноманітності стада – величина, мінлива у часі, тому коефіцієнт успадкованості може характеризувати генетичну ситуацію у стаді лише в конкретний період часу.

Враховуючи, що успадкованість завжди проявляється у конкретних умовах середовища, важливо визначати один із важливих параметрів популяційної генетики безпосередньо у конкретному господарстві. Якщо селекцію проводять за ознакою з високим коефіцієнтом успадкованості, достатньо застосувати масовий добір, який на перших етапах буде досить ефективним. І, навпаки, якщо ознака має низький коефіцієнт успадкованості, проводять надійніший поглиблений індивідуальний підбір тварин за використання плідників з відповідною оцінкою за якістю потомства.

Аналіз коефіцієнтів успадкованості промірів будови тіла оцінених корів української чорно-рябої молочної породи показав їх мінливість, яка змінюється в межах урахованих лактацій (табл. 2).

Таблиця 2 – Коефіцієнти успадкованості промірів корів у віковій динаміці

Назва проміру	Оцінка у віці:					
	першої лактації		другої лактації		третьої лактації	
	h^2	F	h^2	F	h^2	F
Чинник/обсяг	36/435		42/475		41/433	
Висота у: холці	0,347***	5,41	0,245**	2,86	0,188*	2,27
крижах	0,288**	3,55	0,182*	2,06	0,139	1,75
Глибина грудей	0,244**	3,71	0,197*	2,33	0,144	1,68
Ширина: грудей	0,152	1,85	0,136	1,55	0,115	1,24
в маклаках	0,263***	3,79	0,196*	2,11	0,166*	1,89
у кульшах	0,251***	3,68	0,172*	1,85	0,122	1,33
у сідничних горбах	0,264**	2,93	0,206**	2,74	0,156	1,71
Навісна довжина: заду	0,216**	2,77	0,214**	2,91	0,178*	2,18
тулуба	0,318***	4,55	0,227**	2,62	0,167*	1,98
Обхват: грудей	0,348*	5,63	0,237**	3,22	0,196**	2,32
п'ятка	0,174*	2,32	0,161*	1,97	0,116	1,44

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

У дослідному стаді племінного заводу виявлено достатній, достовірний за критерієм Фішера, рівень коефіцієнтів успадкованості, які забезпечать відповідну ефективність масової селекції за промірами висоти у холці ($h^2=0,347$) та крижах ($h^2=0,288$), глибини ($h^2=0,244$) та обхвату грудей ($h^2=0,348$), широтних промірів заду ($h^2=0,251-0,264$), навісної довжини тулуба ($h^2=0,318$) та заду ($h^2=0,216$), за якими тварини різнилися у віці першої лактації.

Дещо нижчі та менш достовірні рівні коефіцієнтів успадкованості промірів статей будови тіла отримано у корів за даними третьої лактації, що пояснюється зростанням вікової мінливості оцінюваних ознак.

Висока мінливість коефіцієнтів успадкованості статей будови тіла корів української чорно-рябої молочної породи свідчить про необхідність запровадження ретельного добору та підбору тварин за цими показниками у дослідному господарстві.

Через те, що поголів'я молочної худоби дослідного господарства представлено тваринами з широкою гамою умовної частки спадковості за голштинською породою, важливо, особливо з селекційної точки зору, встановити частку сили впливу її основних чинників на розвиток промірів статей будови тіла корів.

За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що частка мінливості промірів основних статей будови тіла зумовлена спадковістю поліпшувальної породи (22,1–36,4 %) (табл. 3).

Таблиця 3 – Сила впливу генотипових чинників на розвиток промірів статей будови тіла корів-первісток (n=435)

Назва проміру	Кровність голштина	ПЦ батька	Кровність батька	Лінія батька	Лінія матері	ПЦ Батька матері
	η_x^2	η_x^2	η_x^2	η_x^2	η_x^2	η_x^2
Висота в: холці	0,344*	0,377***	0,211***	0,191***	0,088*	0,161*
крижах	0,277*	0,355**	0,183***	0,188***	0,051	0,094
Глибина грудей	0,303*	0,248**	0,187**	0,166***	0,053	0,092
Ширина грудей	0,221	0,161	0,109	0,086*	0,042	0,084
Ширина в: маклаках	0,341*	0,264***	0,206***	0,133**	0,063	0,114*
кульшах	0,331*	0,277***	0,197***	0,126*	0,074	0,127*
сідничних горбах	0,333*	0,232*	0,182**	0,134*	0,058	0,133
Нависна довжина: заду	0,296*	0,183**	0,114*	0,144*	0,073	0,112
тулуба	0,364*	0,288***	0,203***	0,135***	0,095*	0,121
Обхват: грудей	0,352*	0,369***	0,266***	0,196***	0,063	0,098
п'ястка	0,311*	0,286**	0,159*	0,135*	0,076	0,084

Хоча сила впливу умовної частки кровності голштинської породи на розвиток ознак варіює залежно від статі екстер'єру, її показники суттєві, незважаючи на те, що мають низьку достовірність. Тому цю властивість необхідно враховувати у практичній селекції в процесі подальшої консолідації молочної худоби стада за екстер'єрним типом.

Рівень та достовірність коефіцієнтів сили впливу племінної цінності батька корів за переважною більшістю ознак (16,1–37,7 %) підтверджує те, що від бугаїв-плідників в умовах великомасштабної селекції найбільше залежить удосконалення стада за екстер'єрним типом.

Достовірні за більшістю важливих у селекційному відношенні ознак будови тіла коефіцієнти сили впливу кровності батька (10,9–26,6 %) вказують на перевагу плідників голштинської породи зарубіжного походження у порівнянні з використанням бугаїв власної селекції.

Достовірний, але дещо менший вплив на оцінювані ознаки екстер'єру чинить лінія батька з мінливістю у межах 8,6–19,6 % залежно від проміру статі. Залежність розвитку статей екстер'єру від лінії матері та племінної цінності батька матері є незначною порівняно з іншими спадковими чинниками.

Висновки. Встановлені додатні коефіцієнти кореляцій у межах статистичної достовірності між більшістю промірів статей будови тіла і величиною надою та достатній рівень успадкованості промірів корів у віковій динаміці лактацій є мотиваційними чинниками для ефективності селекції худоби молочних порід за екстер'єром.

Рівень та достовірність коефіцієнтів сили впливу племінної цінності батька та його походження на показники промірів екстер'єру їх потомства свідчить про необхідність урахування під час підбору показників комплексної оцінки племінної цінності бугаїв-плідників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Адушинов Д., Лазарев Н., Истомин А., Митренга В. Тип телосложения и хозяйственно полезные признаки голштинизированного черно-пестрого скота. Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 5. С. 1617.
2. Буркат В.П., Єфіменко М.Я., Подоба Б.Є., Дзіцюк В.В. Наукові і прикладні аспекти генетичного моніторингу у тваринництві. Вісник аграрної науки. 2003. №5. С. 32–39.
3. Буркат В.П., Полупан Ю.П., Йовенко І.О. Лінійна оцінка корів за типом. Київ: Аграрна наука, 2004. 88 с.
4. Делян А., Щеглов Е., Усова Т., Забудский Ю., Камалов Р., Ефимов И. Применение популяционно-генетических параметров в селекции молочного скота. Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 1. С. 17–18.
5. Ладика В.І., Хмельничий Л.М., Салогуб А.М. Сполучна мінливість статей екстер'єру корів з молочною продуктивністю. Збірник наукових праць Білоцерківського НАУ. 2010. Вип. 3 (72). С. 9–11.
6. Лобода В.П. Сполучна мінливість статей будови тіла з надоєм корів української червоно-рябої молочної породи. Зб. наук. праць Подільського аграрно-технічного університету. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Кам'янець – Подільський, 2013. Вип. 21. С. 173–175.
7. Меркурьева Е. К. Генетические основы селекции в скотоводстве. Москва: Колос, 1977. 240 с.

8. Хмельничий Л.М., Вечёрка В.В. Оценка коров украинской красно-пестрой молочной породы в соотносительной изменчивости промеров и индексов телосложения. Генетика и разведение животных. Санкт-Петербург, Пушкин. ООО Рекламное бюро "А3". 2014. № 4. С. 20–24.
9. Петренко І.П., Зубець М.В., Буркат В.П. Племінна цінність тварин і закономірність її успадкування. Вісник аграрної науки. 1999. № 8. С. 45–53.
10. Полупан Ю.П. Онтогенетичні та селекційні закономірності формування господарсько корисних ознак молочної худоби: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.02.01 / Ін-т розведення і генетики тварин НААН. с. Чубинське Київської обл., 2013. 694 с.
11. Полупан Ю.П. Суб'єктивні акценти з деяких питань основ селекції та породоутворення. Розведення і генетика тварин. Київ: Аграрна наука. 2007. Вип. 41. С. 194–208.
12. Пославська Ю.В., Федорович С.І., Боднар П.В. Вплив екстер'єру корів-первісток української чорно-рябої молочної породи на формування їх подальшої молочної продуктивності. Розведення і генетика тварин. Київ: Аграрна наука. 2016. Вип. 51. С. 131–139.
13. Практична результативність новітніх теорій та методології селекції / Зубець М.В., та ін. Вісник аграрної науки. 2002. № 12. С. 73–77.
14. Салогуб А.М., Хмельничий Л.М. Особливості успадкованості та сполучної мінливості ознак екстер'єру корів української червоно-рябої молочної породи. Збірник наукових праць Вінницького НАУ. Серія: Сільськогосподарські науки. Вінниця. 2011. Вип. 8 (48). С. 59–62.
15. Салогуб А.М., Хмельничий Л.М. Особливості успадкування статей будови тіла корів сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2010. Вип. 69. С. 126–130.
16. Салогуб А.М., Хмельничий Л.М., Хмельничий С.Л. Формування будови тіла корів сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. Зб. наук. праць харківської держ. зоовет. академії. 2010. Вип. 20. Ч. 1. С. 127–134.
17. Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глозов Н.В. Очерк учения о популяции. Москва: Наука, 1973. 277 с.
18. Федорович В.В. Залежність молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи від промірів їх статей тіла після першого отелення. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2015. Вип. 2(27). С. 80–86.
19. Хмельничий Л.М., Вечорка В.В. Вікова мінливість кореляцій між надоєм та лінійною оцінкою типу корів-первісток українських чорно- та червоно-рябої молочних порід. Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва. Збірник наукових праць БНАУ. Біла Церква. 2014. № 1 (116). С. 84–87.
20. Хмельничий Л.М., Вечорка В.В. Особливості будови тіла корів української чорно-рябої молочної та голштинської порід. Розведення і генетика тварин. Київ: Аграрна наука, 2008. Вип. 42. С. 318–326.
21. Хмельничий Л.М., Салогуб А.М. Особливості успадкування статей будови тіла корів сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2010. Вип. 69. С. 126–130.
22. Хмельничий Л.М. Оцінка екстер'єру тварин в системі селекції великої рогатої худоби: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.02.01 / с. Чубинське, 2005. 430 с.
23. Хмельничий Л.М., Лобода В.П. Оцінка корів української червоно-рябої молочної породи за промірами та індексами будови тіла. Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН. Харків. 2013. №109. Ч.1. С. 309–313.
24. Хмельничий Л.М., Вечорка В.В. Сполучена мінливість промірів та індексів будови тіла з надоєм корів української чорно-рябої молочної породи. Розведення і генетика тварин. Київ: 2015. Вип. 50. С. 96–102.
25. Battagin C.M., Sartori S., Biffani M., Penasa M. Cassandro Genetic parameters for body condition score, locomotion, angularity, and production traits in Italian Holstein cattle. Journal of Dairy Science. 2013. Vol. 96. Issue 8. P. 5344–5351.
26. Novotný L., Frelich J., Beran J., Zavadilová L. Genetic relationship between type traits, number of lactations initiated, and lifetime milk performance in Czech Fleckvieh cattle. Czech J. Anim. Sci. 2017. 62. P. 501–510.
27. Toghiani S. Genetic parameters and correlations among linear type traits in the first lactation of Holstein Dairy cows. Afr. J. Biotech. 2011. 10(9). P. 1507–1510.
28. Zavadilová L., Štípková M. Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. Czech J. Anim. Sci. 2012. 57. (3). P. 125–136.
29. Zink V., L. Zavadilová J. Lassen M., Štípková M., Vacek L. Štolc. Analyses of genetic relationships between linear type traits, fat-to-protein ratio, milk production traits, and somatic cell count in first-parity Czech Holstein cows. Czech J. Anim. Sci. 2014. 59(12). P. 539–547.

REFERENCES

1. Adushinov, D., Lazarev, N., Istomin, A., Mitrenga, V. (2011). Tip teloslozheniya i khozyaystvenno-poleznye priznaki golshtinizirovannogo cherno-pestrogo skota [Body type and economically useful traits of holsteinized Black-and-White cattle]. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo [Dairy and beef cattle breeding]. Issue 5, 1617 p.
2. Burkat, V.P., Iefimenko, M.Ya., Podoba, B.Ye., Dzitsiuk, V.V. (2003). Naukovi i prykladni aspekty henetychnoho monitorynhu u tvarynnystvi [Scientific and applied aspects of genetic monitoring in animal husbandry]. Visnyk aharnoi nauky [Newsletter of agricultural science]. Issue 5, pp. 32–39.
3. Burkat, V.P., Polupan, Yu.P., Yovenko, I.O. (2004). Liniina otsinka koriv za typom [Linear score of cows by type]. Kyiv: Agrarian science, 88 p.
4. Delyan, A., Shcheglov, E., Usova, T., Zabudskiy, Yu., Kamalov, R., Efimov, I. (2012). Primenenie populyatsionno-geneticheskikh parametrov v selektsii molochного skota [The use of population genetic parameters in breeding dairy cattle]. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo [Dairy and beef cattle breeding]. Issue 1, pp. 17–18.
5. Ladyka, V.I., Khmelnychiy, L.M., Salohub, A.M. (2010). Spoluchna minlyvist statei eksterieru koriv z molochnoi produktivnistiu [Correlative variability of the conformation type traits in cows with milk productivity]. Zbiryk naukovykh prats Bilotserskivskoho NAU [Collection of scientific works of Bilotserskiv National Agrarian University]. Issue 3(72), pp. 9–11.

6. Loboda, V.P. (2013). Spoluchna minlyvist' statej budovy tila z nadojem koriv ukrai'ns'koi' chervono-rjaboi' molochnoi' porody. [Correlative variability of body structure type traits with milk yield of Ukrainian Red-and-White dairy breed]. Zbirnyk naukovykh prats Podil'skoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu [Collection of scientific works of Podilsky Agrarian and Technical University]. Serija: Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnystva [Series: Technology of production and processing of livestock products]. Kamianets-Podil'skyi, Issue 21, pp. 173–175.
7. Merkur'eva, E.K. (1977). Geneticheskie osnovy selektsii v skotovodstve [Genetic principles of selective breeding in cattle breeding]. Moscow: Kolos, 240 p.
8. Khmel'nichiy, L.M., Vecherka, V.V. (2014). Otsenka korov ukrainskoy krasno-pestroy molochnoy porody v sootnositel'noy izmenchivosti promerov i indeksov teloslozheniya [Assessment of cows of Ukrainian red-and-White dairy breed in the correlative variability of measurements and body indices]. Genetika i razvedenie zhivotnykh [Genetics and animal breeding]. St. Petersburg, Pushkin. OO Advertising Bureau "AZ". Issue 4, pp. 20–24.
9. Petrenko, I.P., Zubets, M.V., Burkat, V.P. (1999). Pleminna tsinnist tvaryn i zakonodirnist yïi uspadkuvannia [Breeding value of animals and its pattern of inheritance]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of agrarian science]. Issue 8, pp. 45–53.
10. Polupan, Yu.P. (2013). Ontogenetichni ta selekciyni zakonodirnosti formuvannja gospodars'ko korysnykh oznak molochnoi' hudoby : dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.02.01 / [In-t rozvedennja i genetyky tvaryn NAAN] [Ontogenetic and breeding regularities formation of economically useful traits of Dairy cattle. Dr.Sc. Thesis. Institute of Animal Breeding and Genetics of NAAS]. Chubinskoe of Kyiv region, 694 p.
11. Polupan, Yu.P., 2007. Subiektivni aktsenty z deiakykh pytan osnov selektsii ta porodoutvorennya [Subjective accents on some questions of genetic basis of selection and breed formation]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Kyiv: Agrarian Science. Issue 41, pp. 194–208.
12. Poslavska, Yu.V., Fedorovych, Ye.I., Bodnar, P.V. (2016). Vplyv eksterieru koriv-pervistok ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody na formuvannia yikh podalshoi molochnoi produktyvnosti [Influence of the exterior of the first-calf cows of Ukrainian Black-and-White dairy breed on the formation of their further milk productivity]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Kyiv: Agrarian Science. Issue 51, pp. 131–139.
13. Zubets, M.V., Burkat, V.P., Yefimenko, M.Ia. (2002). Praktychna rezul'tatyvnist novitnikh teorii ta metodolohii selektsii [Practical effectiveness of the latest selective breeding theories and methodology]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of agrarian science]. Issue 12, pp. 73–77.
14. Salohub, A.M., and Khmelnychiy, L.M., 2011. Osoblyvosti uspadkovuvanosti ta spoluchnoi minlyvosti oznak eksterieru koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Features of heritability and correlative variability of the exterior traits of cows of Ukrainian Red-and-White dairy breed]. Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho NAU [Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University]. Serija: Sil'skogospodars'ki nauky [Series: Agricultural Sciences]. Vinnytsia, Issue 8, pp. 59–62.
15. Salohub, A.M., Khmelnychiy, L.M. (2010). Osoblyvosti uspadkuvannia statei budovy tila koriv sumskoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Features of heritability of the body structure traits cows of Sumy intrabreed type of Ukrainian Black-and-White dairy breed]. Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]. Kherson, Issue 69, pp. 126–130.
16. Salohub, A.M., Khmelnychiy, L.M., Khmelnychiy, S.L. (2010). Formuvannia budovy tila koriv sumskoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Formation of the body structure cows of Sumy intrabreed type of Ukrainian Black-and-White dairy breed]. Problemy zooinzhenerii ta veterynarnoi medycyny [Problems of zoo engineering and veterinary medicine]. Zbirnyk naukovykh prats kharkivskoi derzh. zoovet. Akademii [Collection of scientific works of the Kharkov State Zoo Veterinary Academy]. Issue 20, Part 1, pp. 127–134.
17. Timofeev-Resovskiy, N.V., Yablokov, A.V., Glotov, N.V. (1973). Ocherk ucheniya o populyatsii [Essay on the doctrine about the population]. Moscow: Nauka, 277 p.
18. Fedorovych, V.V. (2015). Zalezhnist molochnoi produktyvnosti koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody vid promiriv yikh statei tila pislia pershoho otelennia [Dependence of milk productivity of cows of Ukrainian Black-and-White dairy breed on measurements of their body parts after first calving]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Issue 2(27), pp. 80–86.
19. Khmelnychiy, L.M., Vechorka, V.V. (2014). Vikova minlyvist koreliatsii mizh nadoiem ta liniinoiu otsinkoiu typu koriv-pervistok ukrainskykh chorno- ta chervono-riaboi molochnykh porid [Age variability of correlations between milk yield and linear estimation of the type of first-born cows of Ukrainian Black and Red-and-White dairy breeds]. Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produktiv tvarynnystva [Technology of production and processing of livestock products] Zbirnyk naukovykh prats BNAU [Collection of scientific works of Bilotserkiv National Agrarian University]. Bila Tserkva, Issue 1(116), pp. 84–87.
20. Khmelnychiy, L.M., Vechorka, V.V. (2008). Osoblyvosti budovy tila koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi ta holshtynskoi porid [Features of the body structure cows Ukrainian dairy Black-and-White and Holstein breeds]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Kyiv: Agricultural Science, Issue 42, pp. 318–326.
21. Khmelnychiy, L.M., and Salohub, A.M., 2010. Osoblyvosti uspadkuvannia statei budovy tila koriv sumskoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Features of heritability of type traits of the body structure cows of Sumy intrabreed type of Ukrainian Black-and-White dairy breed]. Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]. Kherson, Issue 69, pp. 126–130.
22. Khmelnychiy, L.M. (2005). Ocinka ekster'jeru tvaryn v systemi selektsii 'velykoi' rogatoi' hudoby: dys. ... d-ra s.-g. nauk : 06.02.01 / s. Chubyn's'ke [Animal Exterior Assessment in Cattle Breeding System: Dis. ... Dr. Sciences: 06.02.01 / Chubinskoe]. 430 p.
23. Khmelnychiy, L.M., Loboda, V.P. (2013). Otsinka koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody za promiramy ta indeksamy budovy tila [Estimation of cows of Ukrainian Red-and-White dairy breed by measurements and body structure indices]. Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnystva NAAN [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Production of the NAAS]. Kharkiv, Issue 109(1), pp. 309–313.

24. Khmelnychi, L.M., and Vechorka, V.V., 2015. Spoluchena minlyvist promiriv ta indeksiv budovy tila z nadoiem koriv ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Correlated variability of measurements and indices of body structure with milk yield of cows of Ukrainian Black-and-White dairy breed]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Breeding and genetics of animals]. Kyiv, Issue 50, pp. 96–102.
25. Battagin, M., Sartori, C., Biffani, S., Penasa, M., Cassandro, M. (2013). Genetic parameters for body condition score, locomotion, angularity, and production traits in Italian Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 8(96). pp. 5344–5351.
26. Novotný, L., Frelich, J., Beran, J., Zavadilová, L. (2017). Genetic relationship between type traits, number of lactations initiated, and lifetime milk performance in Czech Fleckvieh cattle. *Czech J. Anim. Sci.* 62, pp. 501–510.
27. Toghiani, S. (2011). Genetic parameters and correlations among linear type traits in the first lactation of Holstein Dairy cows. *Afr. J. Biotech.* 10(9), pp. 1507–1510.
28. Zavadilová, L., Štípková, M. (2012). Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech J. Anim. Sci.* 57(3), pp. 125–136.
29. Zink, V., Zavadilová, L., Lassen, J., Štípková, M., Vacek, M., Štolc, L. (2014). Analyses of genetic relationships between linear type traits, fat-to-protein ratio, milk production traits, and somatic cell count in first-parity Czech Holstein cows. *Czech J. Anim. Sci.* 59(12), pp. 539–547.

Популяционно-генетические параметры статей телосложения коров украинской черно-пестрой молочной породы

Хмельничий Л.М., Хмельничий С.Л.

Исследования популяционно-генетических параметров статей телосложения коров украинской черно-пестрой молочной породы были проведены в стаде племенного завода Подлесновского филиала ООО «Райз-Максимко» Сумского района. Приведены результаты соотносительной изменчивости между промерами экстерьера и величиной удоя животных в возрастной динамике лактаций. Установлены положительные коэффициенты корреляции в пределах статистической достоверности между промерами и удоём коров-первотелок: высотой в холке ($r=0,422$) и крестце ($r=0,353$), глубиной груди ($r=0,362$), шириной в маклаках ($r=0,311$), тазобедренных (0,271) и седалищных буграх ($r=0,366$); косой длиной туловища ($r=0,286$) и зада ($r=0,244$); обхватом груди ($r=0,391$). С возрастом приведенные связи ослабевают. Степень наследуемости промеров варьирует в пределах статей и возраста коров. В стаде племенного завода обнаружено достаточный, достоверный по критерию Фишера, уровень коэффициентов наследуемости, которые обеспечат соответствующую эффективность массовой селекции по промерам высоты в холке ($h^2 = 0,347$) и крестце ($h^2 = 0,288$), глубины ($h^2 = 0,244$) и обхвата груди ($h^2 = 0,348$), широтных промеров зада ($h^2 = 0,251-0,264$), косой длины туловища ($h^2 = 0,318$) и зада ($h^2 = 0,216$), по которым животные отличались в возрасте первой лактации. Установлено, что доля изменчивости промеров основных статей телосложения обусловлена наследственностью улучшающей породы (22,1–36,4 %), племенной ценностью отца коров (16,1–37,7 %), кровностью отца (10,9–26, 6 %) и линией отца (8,6–19,6 %). Установленные положительные коэффициенты корреляции между большинством промеров статей телосложения и величиной удоя и достаточный уровень их наследуемости в возрастной динамике лактаций являются мотивирующими факторами для эффективности селекции скота молочных пород по экстерьеру. Сила влияния племенной ценности отца и его происхождения на показатели промеров экстерьера их потомства свидетельствует о необходимости учета при подборе показателей комплексной оценки племенной ценности быков-производителей.

Ключевые слова: украинская черно-пестрая молочная порода, коровы, промеры, корреляция, наследуемость, сила влияния, удой.

Population-genetic parameters of the traits of the body structure of cows of Ukrainian Black-and-White Dairy breed **Khmelnychiy L., Khmelnychiy S.**

Researches of the linear traits of the body structure of cows of Ukrainian Black-and-White dairy breed were conducted in the herd of the breeding plant of the Pidlisnivskoyi branch of PJSC «Rise-Maksymko» in Sumy region. The results of the correlated variability between conformation measurements and the value of animal milk yield in the age-related lactation dynamics were presented. Positive correlation coefficients were determined within the statistical significance between measurements and milk yield of first-born cows: height at withers ($r=0,422$) and sacrum (0,353), chest depth ($r=0,362$), width in pin ($r=0,311$), hip bone (0,271) and ischial humps ($r=0,366$); oblique body length ($r=0,286$) and rear ($r=0,244$); chest girth ($r=0,391$). With age ties are weakening. The degree of heritability measurements varies within the traits and age of cows. In the herd of the breeding farm revealed sufficient, reliable by Fisher's criterion, the level of inheritance coefficients, which will provide adequate efficiency of mass selection by height measurements at the withers ($h^2=0,347$) and sacrum ($h^2=0,288$), depth ($h^2=0,244$) and chest girth ($h^2=0,348$), rear width ($h^2=0,251-0,264$), oblique body length ($h^2=0,318$) and rear part ($h^2=0,216$), for which animals differed at the age of the first lactation. It was determined that the share of variability of measurements of the main traits of the body structure is caused by the heritability of improving breed (22.1–36.4 %), parent breeding value of cows (16.1–37.7 %), blood of father (10.9–26, 6 %) and father line (8.6–19.6 %). The positive correlation coefficients have been determined between the majority of body parts measurements and the value of milk yield, and the sufficient level of heritability in age-related lactation dynamics were the motivating factors for efficiency of selective breeding of dairy cattle breed by conformation. Power of influence of the breeding value of parent and his origin on the indicators of the conformation measurements of their offspring indicated the need to consider when selection of indicators of comprehensive assessment the breeding value of sires.

Key words: Ukrainian Black-and-White Dairy breed, cows, measurements, correlation, inheritance, power of influence, hope.

Надійшла 10.09.2019 р.



ХМЕЛЬНИЧИЙ Л.М., <https://orcid.org/0000-0001-5175-1291>
ХМЕЛЬНИЧИЙ С.Л., <https://orcid.org/0000-0003-2352-3317>

УДК 636.22/28.034.61

ХМЕЛЬНИЧИЙ Л.М.**САЛОГУБ А.М.***Сумський національний аграрний університет***МІНЛИВІСТЬ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КОРІВ
ЗАЛЕЖНО ВІД МЕТОДУ РОЗВЕДЕННЯ ЗА ЛІНІЯМИ**

Досліджено ефективність внутрішньолінійного та міжлінійного підбору під час розведення сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи на племінних заводах Підліснівської філії ПрАТ «Райз-Максимко» та «Перше Травня» Сумського району. Виявлено закономірності впливу різних варіантів підбору на рівень ознак молочної продуктивності. За оцінкою корів дослідних стад, одержаних за внутрішньолінійних та міжлінійних підборів, встановлено, що серед оцінених варіантів найчастіше кращим за ознаками молочної продуктивності виявлялося потомство, одержане від міжлінійних кросів. У стаді ПЗ «Перше Травня» бугаї-плідники батьківської лінії Старбака 352790 вдало поєднувалися з материнськими лініями Елвейшна 1491007, Валіанта 1650414, С.Т.Рокіта 252803 та П.Ф.А. Чіфа 1427381. Про це свідчить високий рівень надою корів, отриманих від цих поєднань, який становив за даними першої лактації 5837–6223 кг молока та вищої – 6525–7474 кг. Різниця за надоєм корів-первісток, отриманих у підборах міжлінійних кросів з батьківською лінією Старбака 352790, становила від 404 ($P < 0,05$) до 790 кг ($P < 0,001$). У стаді ПЗ «Райз-Максимко» не менш вдалим став підбір батьківської лінії Валіанта 1650414 у кросах з материнськими Сітейшна 267150, С.Т.Рокіта 252803 та Метта 1392858, з надоєм корів-первісток 6199–6382 кг. У системі лінійного розведення вмотивовано доцільність проведення регулярного моніторингу з оцінки поєднання ліній у селекційному процесі розведення молочних порід. Повторне застосування найбільш вдалих та відмова від малоефективних варіантів підбору сприятиме нарощуванню генетичного потенціалу молочної продуктивності худоби створених українських порід.

Ключові слова: українська чорно-ряба молочна порода, лінії, молочна продуктивність.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-14-20

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Будь-яка порода великої рогатої худоби має чітко сформовану структуру, в якій особливе місце посідає лінія. Розведення за лініями дає змогу зберегти спадкові якості родоначальника і зберігати лінію шляхом нагромадження упродовж кількох поколінь цінної спадковості, а також найповніше використовувати видатні якості окремих тварин для вдосконалення породи і перетворювати індивідуальні особливості родоначальників ліній на групові.

Ю. П. Полупан [14] наголошує, що викладений у майже двохсотлітній ретроспективі аналіз генезису теорії, методології та практичного селекційного здійснення розведення сільськогосподарських тварин за лініями засвідчує актуальність, правомірність, практичну ефективність і вичерпну теоретичну вмотивованість використання цього методу розведення. Провідною теоретичною і практичною метою розведення за лініями є фенотипова і генотипна диференціація порід на якісно специфічні консолідовані групи, їх структуризація як складних біологічних систем, забезпечення необхідного рівня внутрішньопородної міжгрупової мінливості [1, 2].

Доречно відмітити, що у період створення українських молочних порід та в подальшому на етапі їх консолідації у рамках виконання селекційних програм науковці контролювали процес підбору з урахуванням лінійної належності. В останні роки, після приватизації сільськогосподарських підприємств, лінійним розведенням почали нехтувати, і головним завданням у підборі стало недопущення спорідненого парування, тобто застосовують ротацію ліній, незважаючи на статус господарства.

Нині, за свідченням групи провідних науковців [15], головною проблемою молочного скотарства України є катастрофічне скорочення числа бугаїв та ліній вітчизняних новостворених порід, що призводить до звуження їх генеалогічної структури. Це ускладнює проведення внутрішньолінійного підбору бугаїв за маточним поголів'ям, а також їх удосконалення з метою консолідації та поліпшення господарсько корисних ознак. Підприємці та власники худоби здійснюють селекційно нерегульований імпорт сперми плідників та іншого генетичного матеріалу обмеженого числа ліній та споріднених груп. Зокрема, імпортований генетичний матеріал голштинської породи одержано на 90–95 % від кроса ліній і лише менш як 10 % – від внутрішньолінійного підбору. Використання бугаїв, яких одержано від міжлінійних кросів, має наслідком незаплановані інбридинги різних ступенів. На маточному поголів'ї цих порід у різних областях і категоріях 5 господарств ви-

користують однакові голштинські лінії (від 11 до 15). Однак найбільш представлені бугаї із ліній та споріднених груп Р.О.Р.Е. Елівейшна 1491007, Х.Х. Старбака 352790, П.Ф.А. Чіфа 1427381, С.В.Д. Валіанта 1650414, К.Л.С. Кевеліє 1620273 і Х.Т.С. Хеневе Реда 1629391. Із 1999 по 2014 рр. частка бугаїв цих ліній становила від 48,6 до 60,3 %. Це свідчить про звуження генеалогічного різноманіття молочних порід України і, як наслідок, можливе зниження темпів генетичного поліпшення тварин молочної худоби за господарсько корисними ознаками [15].

Понад десять років тому Й. З. Сірацький [17] та І. П. Петренко та ін. [12], проаналізувавши родоводи генеалогічних ліній на той період, установили, що вони, у більшості випадків, отримані шляхом кросів.

Повідомляють, що в одних варіантах кращі результати було отримано за внутрішньолінійного підбору [7, 18, 22], а в інших – міжлінійного [6, 7, 12]. Протиріччя у порівнянні цих варіантів немає, оскільки перший ґрунтується на диференціації породи на окремі лінії з певними фенотиповими відмінностями, а відтак і різними генотипами. Це дає змогу створити тварин з високою спадковою стійкістю, обумовленою великою кількістю генів, які сприяють як розвитку господарсько корисних ознак, так і зростанню гомозиготності без прояву інбредної депресії за достатньої мінливості [9]. У процесі подальшого свого розвитку лінія, крім поширення спадкових ознак родоначальника, утримує і об'єднує з ним позитивні якості інших тварин. При цьому відбувається перетворення цінних властивостей у групі не лише родоначальника, а й кращих маток, з якими він спаровується. Цей процес сприяє прогресу лінії, основною властивістю якої є здатність у кожному наступному поколінні давати плідників, які за своїми якостями не поступаються родоначальникам. Тому внутрішньолінійне розведення повинно забезпечувати генетичний прогрес, але за умови чіткого дотримання системи добору, підбору та оцінки тварин за племінною цінністю.

Другий варіант ґрунтується на твердженнях, що крос ліній дає змогу отримати внутрішньопородний гетерозис. У зв'язку з цим чимало наукових досліджень щодо поєднання міжлінійних підборів доводять ефективність такого селекційного заходу [3, 10, 16, 19, 20].

Під час дослідження молочних корів червоно-рябої породи [8], отриманих у результаті різних лінійних сполучень батьківських пар, найбільш перспективними виявилися лінійні кроси. Кращими за надоєм були кроси ліній, потомство від яких перевищувало середній показник по стаду на 355,6–653,7 кг молока, тимчасом за внутрішньолінійного підбору різниця в аналогічному порівнянні становила лише 143 кг.

Під час вивчення ефективності застосування різних варіантів лінійного підбору тварин (внутрішньолінійний та крос ліній) на провідних племінних заводах «Маяк», «Шамраївський» та «Агро-Регіон» за 10 років селекційної роботи встановлено, що лише 10–15 % корів одержували від внутрішньолінійного підбору і приблизно 85–90 % – від різноманітних кросів ліній. Первістки чорно-рябої молочної породи ПЗ «Агро-Регіон» від внутрішньолінійного підбору показали наступні результати: 39 гол. – 7060 ± 226 кг молока і $256 \pm 8,1$ кг молочного жиру, а від кроса ліній – 238 гол. – 7359 ± 88 кг і $269 \pm 3,3$ кг відповідно [12].

У стаді корів із розведення сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи проведено оцінювання ефективності селекції за ознаками довголіття залежно від внутрішньолінійного та міжлінійного підбору. Виявлено закономірності впливу на рівень розвитку ознак тривалості використання та довічної продуктивності як за внутрішньолінійного розведення, так і кроса ліній [12].

З огляду на те, що не кожний крос ліній дає позитивні результати, необхідно відшукувати вдалі міжлінійні поєднання. Адже безсистемне схрещування ліній не завжди сприяє консолідації окремих ознак, і замість очікуваного гетерозису призводить до погіршення показників продуктивності [4, 5, 13, 20, 21].

Метою дослідження було визначити ефективність внутрішньолінійного та міжлінійного підбору під час розведення сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи дослідних стад.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проведено на племінних заводах з розведення української чорно-рябої молочної породи Підліснівської філії ПрАТ «Райз-Максимко» та «Перше Травня» Сумського району. Матеріалом для досліджень слугували дані первинного зоотехнічного та селекційно-племінного обліку (форма 2-мол.). Експериментальні показники опрацьовували методами біометричної статистики за допомогою програмного забезпечення на ПК та

формул, описаних Е. К. Меркурьевой [11]. Достовірність різниці між дослідними групами визначали за використанням критерію t_d -Стюдента.

Результати дослідження та їх обговорення. Ефективність лінійного розведення за різних варіантів підбору у стаді ПЗ «Перше Травня» оцінювали за надоем корів першої та кращої лактації з урахуванням вмісту жиру в молоці (табл. 1).

Аналіз продуктивності дочок, отриманих від бугаїв батьківської лінії Валіанта 1650414 у варіантах внутрішньолінійного розведення та різних міжлінійних кросів з материнськими лініями, свідчить, що одним із найбільш вдалим виявився підбір лінійних бугаїв-плідників. Дочірні нащадки, отримані від цього внутрішньолінійного розведення, були кращими за надоем першої лактації порівняно з однолітками ліній, отриманих у результаті кроса батьківської лінії Валіанта та материнської С.Т.Рокіта 252803, з різницею, яка становила 803 кг ($P<0,001$). За оцінкою вищої лактації перевага була ще вищою і становила 1651 кг ($P<0,001$). Перевага корів-первісток лінії Валіанта з однолітками міжлінійного кроса ВаліантахП.Ф.А.Чіфа була незначною – 371 кг ($P<0,05$). Вдалим виявився підбір батьківської лінії Валіанта з материнською Елівейшна 1491007, з продуктивністю дочірнього потомства 6025 кг молока.

Оцінка корів-первісток лінії Елівейшна 1491007, отриманих від внутрішньолінійного підбору, за молочною продуктивністю засвідчила у них нижчий надій, ніж у потомства, отриманого в результаті міжлінійного кроса ЕлівейшнахВаліанта, з різницею 379 кг ($P<0,05$), та кроса ЕлівейшнахО.Айвенго – з різницею 808 кг ($P<0,001$).

Невдалим виявилось жіноче потомство від внутрішньолінійного підбору лінії Старбака з надоем за першу лактацію 5433 кг молока. Водночас бугаї-плідники батьківської лінії Старбака вдало поєднувалися з материнськими лініями Елівейшна 1491007, Валіанта 1650414, С.Т.Рокіта 252803 та П.Ф.А.Чіфа 142738. Про це свідчить високий рівень надою корів, отриманих від цих поєднань, який становив за першу лактацію 5837–6223 кг молока та вищу – 6525–7474 кг. Різниця за надоем корів-первісток, отриманих у підборах міжлінійних кросів з батьківською лінією Старбака, становила від 404 ($P<0,05$) до 790 кг ($P<0,001$).

Потомство, отримане від підбору бугаїв-плідників генеалогічної лінії П.Ф.А.Чіфа, було кращим за надоем у варіанті внутрішньолінійного розведення (6593 кг) та, особливо, у варіанті кроса з материнською лінією П.Ф.А.ЧіфахВаліанта (6738 кг). Жіноче потомство від інших кросів вирізнялося за надоем у віці першої лактації з мінливістю 5363–5877 кг.

Таблиця 1 – Молочна продуктивність корів ПЗ «Перше Травня», одержаних за внутрішньолінійного підбору та міжлінійних кросів, $M \pm m$

Лінія		Продуктивність за 305 дів лактації:				
батька	матері	першої			вищої	
		n	надій, кг	жир, %	надій, кг	жир, %
Валіанта 1650414	Валіанта	45	6325 $\pm$ 117,3	3,78 $\pm$ 0,042	7718 $\pm$ 125,2	3,76 $\pm$ 0,044
	Елівейшна	22	6025 $\pm$ 143,2	3,82 $\pm$ 0,045	7488 $\pm$ 133,6	3,81 $\pm$ 0,038
	П.Ф.А.Чіфа	39	5954 $\pm$ 112,7	3,83 $\pm$ 0,041	6645 $\pm$ 152,3	3,82 $\pm$ 0,045
	С.Т.Рокіта	23	5522 $\pm$ 130,2	3,86 $\pm$ 0,042	6067 $\pm$ 156,2	3,85 $\pm$ 0,046
Елівейшна 1491007	Елівейшна	42	5584 $\pm$ 123,8	3,84 $\pm$ 0,037	6947 $\pm$ 141,5	3,82 $\pm$ 0,039
	Валіанта	26	5963 $\pm$ 142,2	3,83 $\pm$ 0,033	6566 $\pm$ 130,8	3,84 $\pm$ 0,032
	О.Айвенго	24	5155 $\pm$ 182,3	3,79 $\pm$ 0,058	6187 $\pm$ 166,5	3,77 $\pm$ 0,064
	П.Ф.А.Чіфа	23	5624 $\pm$ 183,5	3,77 $\pm$ 0,035	6041 $\pm$ 149,4	3,75 $\pm$ 0,061
Старбака 352790	Старбака	29	5433 $\pm$ 141,1	3,84 $\pm$ 0,037	6355 $\pm$ 141,4	3,82 $\pm$ 0,055
	Елівейшна	27	5877 $\pm$ 135,8	3,83 $\pm$ 0,035	6713 $\pm$ 152,5	3,80 $\pm$ 0,033
	Валіанта	23	6223 $\pm$ 190,4	3,77 $\pm$ 0,025	7474 $\pm$ 138,3	3,76 $\pm$ 0,051
	С.Т.Рокіта	19	5923 $\pm$ 248,7	3,78 $\pm$ 0,056	6687 $\pm$ 224,2	3,75 $\pm$ 0,053
	П.Ф.А.Чіфа	33	5837 $\pm$ 122,8	3,74 $\pm$ 0,037	6525 $\pm$ 137,3	3,72 $\pm$ 0,037
П.Ф.А.Чіфа 1427381	П.Ф.А.Чіфа	27	6593 $\pm$ 230,5	3,81 $\pm$ 0,056	7846 $\pm$ 164,3	3,78 $\pm$ 0,055
	Валіанта	32	6738 $\pm$ 131,4	3,79 $\pm$ 0,038	7884 $\pm$ 122,1	3,76 $\pm$ 0,045
	О.Айвенго	19	5363 $\pm$ 289,3	3,82 $\pm$ 0,054	6384 $\pm$ 236,5	3,78 $\pm$ 0,064
	Елівейшна	21	5595 $\pm$ 164,9	3,83 $\pm$ 0,051	6755 $\pm$ 190,4	3,82 $\pm$ 0,054
	С.Т.Рокіта	25	5877 $\pm$ 214,6	3,85 $\pm$ 0,062	6578 $\pm$ 145,6	3,84 $\pm$ 0,046

Жирномолочність потомства ПЗ «Перше Травня», отриманого від різних варіантів підбору, також вирізнялася достовірною мінливістю залежно від поєднання ліній. Достовірно вищим

умістом жиру в молоці характеризувалися корови-первістки, отримані від кроса ліній Валіанта×С.Т.Рокіта, які з різницею 0,12 % ($P<0,05$) перевищували одноліток, отриманих від бугаїв за міжньюлінійного підбору Старбака×П.Ф.А. Чіфа, за даними першої лактації та 0,13 % ($P<0,05$) – за даними вищої.

Оцінка різних варіантів підбору бугаїв-плідників з батьківського боку родоходу, що належать до п'яти генеалогічних формувань, у стаді ПЗ «Райз-Максимко» також виявила міжлінійну диференціацію за ознаками молочної продуктивності залежно від їх поєднуваності (табл. 2).

Внутрішньолінійний підбір бугаїв лінії О. Айвенго 1189870 у цьому господарстві виявився невдалим, оскільки їх потомство поступалося одноліткам інших груп за даними першої лактації на 471 і 825 кг ($P<0,05$ і $P<0,001$).

У стаді ПЗ «Райз-Максимко» внутрішньолінійний підбір бугаїв заводської лінії Валіанта 1650414 виявився вдалим з надоем корів за першу лактацію 6259 та вищу – 7526 кг молока. Не менш вдалим став підбір батьківської лінії Валіанта 1650414 у кросах з материнськими Сітейшна 267150, С.Т. Рокіта 252803 та Метта 1392858, з надоем корів-первісток 6199–6382 кг. Корови-первістки від кроса Валіанта×Монтфреча істотно поступалися за надоем своїм однорічкам в усіх порівняннях з різницею від 536 ($P<0,05$) до 719 кг ($P<0,001$).

У підборі до корів батьківської лінії Елівейшна було використано тільки нелінійних плідників із чотирьох материнських ліній – Астронавта 1458744, Монтфреча 91779, С.Т. Рокіта 252803 та Хеневе 1629391. Мінливість показників молочної продуктивності корів-первісток свідчила про вплив спадковості ліній з різницею між крайніми варіантами за надоем 759 кг ($P<0,001$). Різниця за надоем кращої лактації між крайніми варіантами становила 1017 кг ($P<0,001$).

Оцінюючи інші варіанти як внутрішньолінійного підбору, так і міжлінійних кросів, можна спостерігати подібну картину – добру продуктивність за підбору лінійних плідників із батьківського та материнського боку (С.Т.Рокіта та П.Ф.А.Чіфа) та кращу продуктивність за використання міжлінійних поєднань (С.Т. Рокіта×Хеневе та П.Ф.А. Чіфа×Валіанта).

Таблиця 2 – Молочна продуктивність корів ПЗ „Райз-Максимко”, одержаних при внутрішньолінійному підборі та міжлінійних кросах, $M\pm m$

Лінія		Продуктивність за 305 днів лактації:				
		першої			вищої	
батька	матері	n	надій, кг	жир, %	надій, кг	жир, %
О.Айвенго 1189870	О.Айвенго	33	5266±184,2	3,71±0,020	6412±188,5	3,75±0,022
	С.Т.Рокіта	37	5737±144,3	3,81±0,019	6536±143,1	3,80±0,023
	Хеневе	52	6091±121,5	3,76±0,014	6994±133,4	3,74±0,019
Валіанта 1650414	Валіанта	35	6259±179,7	3,79±0,025	7526±231,3	3,77±0,021
	Монтфреча	147	5663±81,8	3,78±0,018	6455±76,6	3,78±0,026
	Сітейшна	36	6199±208,2	3,73±0,009	7033±305,2	3,74±0,032
	С.Т.Рокіта	28	6382±122,5	3,78±0,024	7451±131,6	3,76±0,022
	Метта	33	6247±216,9	3,76±0,033	7128±185,5	3,74±0,025
Елівейшна 1471007	Астронавта	28	5504±222,8	3,79±0,040	6310±185,3	3,73±0,029
	Монтфреча	59	5219±89,6	3,81±0,025	6295±119,0	3,79±0,021
	С.Т.Рокіта	23	5538±156,0	3,84±0,029	5985±194,6	3,85±0,023
	Хеневе	27	5978±197,8	3,71±0,022	7060±258,1	3,75±0,029
М. Чіф-тейна 95679	О.Айвенго	28	5471±158,5	3,79±0,034	5931±166,3	3,79±0,033
	Елівейшна	25	5402±126,1	3,81±0,031	5927±157,9	3,80±0,028
	С.Т.Рокіта	67	5583±95,9	3,78±0,019	6013±109,3	3,78±0,016
	Хеневе	55	5720±111,2	3,81±0,023	6155±116,0	3,80±0,022
С.Т.Рокіта 252803	С.Т.Рокіта	23	5887±206,3	3,76±0,023	7015±178,3	3,75±0,021
	О.Айвенго	27	5354±134,6	3,79±0,021	6330±119,6	3,76±0,028
	Кугласа	22	5299±161,8	3,82±0,029	6169±198,2	3,81±0,022
	Монтфреча	55	5422±116,7	3,78±0,025	6529±150,9	3,74±0,024
	Хеневе	24	6216±165,3	3,84±0,015	7328±235,1	3,82±0,028
П.Ф.А.Чіфа 1427381	П.Ф.А.Чіфа	31	5933±174,2	3,77±0,022	6922±231,3	3,76±0,022
	Валіанта	35	6554±166,7	3,79±0,026	7725±224,5	3,78±0,024
	О.Айвенго	21	5236±184,5	3,81±0,022	6325±149,6	3,78±0,025
	Кугласа	27	5175±176,8	3,74±0,033	6094±186,2	3,75±0,029
	Монтфреча	33	5272±123,7	3,78±0,021	6911±157,7	3,79±0,027

У потомства окремих варіантів міжлінійних поєднань отримано достовірно вищі показники жирності молока. Наприклад, уміст жиру в молоці корів за першу лактацію, отриманих від підбору ліній ЕлевейшнахС.Т. Рокіта, становив 3,84 %, а за вищу – 3,85 %, С.Т. РокітаХановера – відповідно 3,84 та 3,82 %.

Підсумовуючи результати оцінювання корів стада ПЗ «Райз-Максимко», одержаних із внутрішньолінійних та міжлінійних підборів, встановлено, що найчастіше кращим за ознаками молочної продуктивності виявлялося потомство, одержане від міжлінійних кросів.

Висновки. Виявлені та підтверджені статистичною достовірністю закономірності щодо впливу на рівень ознак молочної продуктивності того чи іншого варіанта підбору в системі лінійного розведення переконують у доцільності проведення регулярного моніторингу поєднання ліній у процесі подальшої селекції української чорно-рябої молочної породи. Повторний підбір найкращих та відмова від малоефективних варіантів сприятиме нарощуванню генетичного потенціалу молочної продуктивності худоби.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Буркат В. П., Полупан Ю. П. Розведення тварин за лініями: генезис понять і методів та сучасний селекційний контекст. Київ: Аграрна наука, 2004. 68 с.
2. Буркат В.П., Полупан Ю. П. Генезис понять і методів та сучасний селекційний контекст розведення тварин за лініями. Розведення і генетика тварин. К.: Аграрна наука, 2005. Вип. 38. С. 3–36.
3. Веланская Н. В., Герасимчук А. В., Тараненко Г. С. Наследственные различия крупного рогатого скота по продолжительности хозяйственного использования. Разведение и искусственное осеменение крупного рогатого скота. К.: Урожай. 1990. Вип. 22. С. 18–22.
4. Вінничук Д. Т. Структура породи великої рогатої худоби. Вісник сільськогосподарської науки. 1982. № 8. С. 33–38.
5. Ганчев М. М., Бойко М. Ф., Нарожний П. А. Виявлення поєднуваності ліній червоної степової худоби при кроссах. Вісник сільськогосподарської науки. 1987. № 3. С. 27–28.
6. Димчук А. В. Молочна продуктивність корів подільського заводського типу української чорно-рябої молочної породи за різних варіантів підбору. Розведення і генетика тварин. Київ: Аграрна наука, 2008. Вип. 42. С. 55–62.
7. Ефименко М. Я. Формирование внутрипородной структуры создаваемых пород молочного скота. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква. 2010. Вип. 3 (72). С. 119–122.
8. Ефимова Л.В., Зазнобина Т.В. Перспективные линейные сочетания и реализация генетического потенциала продуктивности коров красно-пестрой породы. Научное обеспечение животноводства Сибири: материалы III Международной научно-практической конференции (г. Красноярск, 16-17 мая 2019 г.). Красноярск, 2019. С. 129–133.
9. Иванова О. А. Методы племенной работы при разведении за линиями. Коневодство и конный спорт. 1966. № 6. С. 10.
10. Калмыков А. Н. Племенная работа с линиями в молочном скотоводстве. Зоотехния. 1990. № 2. С. 22–25.
11. Меркурьева Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. Москва: Колос, 1970. 423 с.
12. Петренко І. П., Кругляк А. П., Цапко В.А. Продуктивність корів від різних варіантів підбору в стадах новотворених молочних порід. Розведення і генетика тварин. Київ: Аграрна наука. 2010. Вип. 44. С. 143–145.
13. Полупан Ю.П. Екстер'єрні особливості первісток різних порід і поєднань. Розведення і генетика тварин. Київ: Аграрна наука. 1999. Вип. 30. С.10–16.
14. Полупан Ю.П. Онтогенетичні та селекційні закономірності формування господарськи корисних ознак молочної худоби: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.02.01 / Ін-т розведення і генетики тварин НААН. с. Чубинське Київської обл., 2013. 694 с.
15. Рекомендації з підбору бугаїв до маточного поголів'я у молочному скотарстві / Полупан Ю.П. та ін.; заг. ред. Ю.П. Полупана. 2-е вид., перероб. і доп. Чубинське, 2019. 31 с.
16. Сельдов В.И., Молчанова Н.В., Сулима Н.Н. Влияние методов разведения на продуктивное долголетие и пожизненную продуктивность коров. Зоотехния. 2013. №9. С. 2–4.
17. Сірацький Й.З. Робота з лініями в сучасних умовах. Розведення і генетика тварин. Вип. 38 : матеріали наукової дискусії "Розведення сільськогосподарських тварин за лініями": міжвідомчий тематичний науковий збірник. УААН. ІРГТ. Київ: Аграрна наука, 2005. С. 74–77.
18. Ставецька Р.В. Ефективність відбору корів української чорно-рябої молочної породи за походженням. Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво». Суми, 2013. Вип. 1. (22). С. 78–82.
19. Усова Т.П. Корреляция признаков молочной продуктивности коров в зависимости от подбора пар с учетом места расположения повторяющихся линий в родословной. Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. Москва, 2006. №1 (6). С. 155–156.
20. 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: <https://doi.org/10.31073/abg.57.17>
21. Хмельничий Л.М., Хмельничий С.Л. Влияние межлинейного подбора на формирование линейных признаков экстерьера коров украинской черно-пестрой молочной породы. Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (Горки). 2019. Т.1. №. 22-1. С. 40–46.
22. Хмельничий Л.М., Салогуб А.М. Ефективність поєднання генеалогічних формувань в селекції молочної худоби. Збірник наукових праць Подільського держ. аграрно-технічного університету. Серія "Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва". Кам'янець-Подільський, 2012. Вип. 20. С. 285–287.

REFERENCES

1. Burkat, V.P., Polupan, Yu.P. (2004). Rozvedennia tvaryn za liniiami: henezys poniat i metodiv ta suchasnyi selektsiinyi kontekst [Breeding animals by lines: genesis of concepts and methods and modern breeding context]. Kyiv: Agrarian Science, 68 p.
2. Burkat, V.P., Polupan, Yu.P. (2005). Henezys poniat i metodiv ta suchasnyi selektsiinyi kontekst rozvedennia tvaryn za liniiami [Genesis of concepts and methods and modern selection context of breeding animals by lines]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 38, pp. 3–36.
3. Velanskaya, N.V., Gerasimchuk, A.V., Taranenko, G.C. (1990). Nasledstvennye razlichija krupnogo rogatogo skota po prodolzhitel'nosti hozjajstvennogo ispol'zovaniya [Hereditary differences in cattle by duration of economic use]. Razvedenie i iskusstvennoe osemenenie krupnogo rogatogo skota [Cattle Breeding and Artificial Insemination]. Kyiv: Harvest, Issue 22, pp. 18–22.
4. Vinnychuk, D.T. (1982). Struktura porody velykoi rohatoi khudoby [Structure of the breed of cattle]. Visnyk silskohospodarskoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 8, pp. 33–38.
5. Hanchev, M.M., Boiko, M.F., Narozhnyi, P.A. (1987). Vyiavleniia poiednuvanosti linii chervonoj stepovoi khudoby pry krosakh [Detection of lines compatibility of red steppe cattle in crosses]. Visnyk silskohospodarskoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 3, pp. 27–28.
6. Dymchuk, A.V. (2008). Molochna produktyvnist koriv podilskoho zavodskoho typu ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody za riznykh variantiv pidboru [Dairy productivity of cows of Podolsky factory type of Ukrainian Black-and-White dairy breed under different selection options]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 42, pp. 55–62.
7. Efimenko, M.Ya. (2010). Formirovaniia vnutripordnoy struktury stvoraemykh porod molochnogo skota [Formation of the intrabreed structure of created breeds of dairy cattle]. Tekhnologii vyrobnystva i pererobky produktiv tvarynnystva [Technology of production and processing of livestock products]. Bila Tserkva, Issue 3(72), pp. 119–122.
8. Efimova, L.V., Zaznobina, T.V. (2019). Perspektivnye lineinye sochetaniia i realizatsiia geneticheskogo potentsiala produktivnosti korov krasno-pjostroj porody [Perspective linear combinations and realization of genetic potential of productivity of cows of red-variegated breed]. Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri: materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii (g. Krasnojarsk, 16-17 maja 2019 g.) [Scientific support for livestock breeding in Siberia: materials of the III International Scientific and Practical Conference (Krasnojarsk, May 16-17, 2019)]. Krasnojarsk, pp. 129–133.
9. Ivanova, O.A. (1966). Metody plemennoy raboty pri razvedenii za liniyami [Methods of pedigree work at the selective breeding by lines]. Konevodstvo i konnyy sport [Horse breeding and equestrian sport]. no. 6, 10 p.
10. Kalyukov, A.N. (1990). Plemennaya rabota s liniyami v molochnom skotovodstve [Breeding work with lines in dairy cattle breeding]. Zootekhniya [Livestock]. no. 2, pp. 22–25.
11. Merkur'eva, E.K. (1970). Biometriya v selektsii i genetike sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Biometrics in the selection and genetics of farm animals]. Moscow: Kolos, 423 p.
12. Petrenko, I.P., Kruhliak, A.P., Tsapko, V.A. (2010). Produktivnist koriv vid riznykh variantiv pidboru v stadakh novostvorenykh molochnykh porid [Cow productivity from various selection options in herds of newly formed dairy breeds]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 44, pp. 143–145.
13. Polupan, Yu.P. (1999). Eksteriorni osoblyvosti pervistok riznykh porid i poiednan [Exterior features of the firstborn cows of different breeds and combinations]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 30, pp. 10–16.
14. Polupan, Yu. P. (2013). Ontogenetichni ta selektsiyni zakonovidnosti formuvannja gospodars'ky korysnykh oznak molochnoi' hudoby: dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.02.01 / In-t rozvedennja i genetyky tvaryn NAAN [Ontogenetic and breeding regularities of formation of economically useful traits of dairy cattle: dissertation of Doctor of Agricultural Sciences: 06.02.01 / Institute of breeding and genetics of animals of NAAS]. Chubynske, 694 p.
15. Polupan, Yu.P., Ruban, S.Iu., Yefimenko, M.Ya., Kovalenko, H.S., Biriukova, O.D., Basovskiy, D.M., Pryima, S.V., Podoba, Yu.V., (2019). Rekomendatsii z pidboru buhaiv do matochnoho poholiv'ia u molochnomu skotarstvi. [Recommendations on the selection of sires for breeding stock in dairy cattle breeding]. Chubynske, 31 p.
16. Sel'tsov, V.I., Molchanova, N.V., Sulima, N.N. (2013). Vliianie metodov razvedeniya na produktivnoe dolgoletie i pozhiznennuyu produktivnost' korov [The influence of breeding methods on productive longevity and lifetime productivity of cows]. Zootekhniya [Zootechnics]. no. 9, pp. 2–4.
17. Siratskiy, Y.Z. (2005). Robota z liniyami v suchasnykh umovakh [Working with lines in modern conditions]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Vyp. 38 : materialy naukovoï diskusii "Rozvedennja sil'skogospodars'kykh tvaryn za liniyami" : mizhvidomchyj tematichnyj naukovyj zbirnyk [Proceedings of scientific discussion "Breeding farm animals on the lines": interagency thematic scientific collection issue 38]. pp. 74–77.
18. Stavetska, R.V. (2013). Efektyvnist vidboru koriv ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody za pokhodzhenniam [Effectiveness of cow selection of Ukrainian Black-and-White dairy breed by origin]. Visnyk Sumskoho NAU [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Seriya «Tvarynnystvo» [The series "Livestock"]. Sumy, Issue 1(22), pp. 78–82.
19. Usova, T.P. 2006. Korrelyatsiia priznakov molochnoy produktivnosti korov v zavisimosti ot podbora par s uchedom mesta raspolozheniya povtoryayushchikhsya liniy v rodoslovnoy [Correlation of traits of milk productivity of cows, depending on the selection of pairs, taking into account the location of the repeating lines in the pedigree]. Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta [Bulletin of the Russian State Agrarian Correspondence University]. Moscow, no. 1(6), pp. 155–156.
20. Khmelnychiy, L.M., Loboda, A.V. (2019). Minlyvist oznak dovolittia koriv ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody za riznykh variantiv pidboru [Variability of longevity traits of cows of Ukrainian Black-and-White dairy breed under different variants of selection]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Kyiv, Issue 57, pp. 143–151. Available at: <https://doi.org/10.31073/abg.57.17>

21. Khmel'niychiy, L.M., Khmel'niychiy, S.L. (2019). Vliyanie mezhlіneynogo podbora na formirovanіe lineynykh priznakov ekster'era korov ukrainskoy cherno-pestroy molochnoy porody [The influence of interline selection on the formation of linear traits of the exterior of cows of Ukrainian Black-and-White dairy breed]. Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva [Actual problems of the intensive development of animal husbandry]. Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya (Gorki) [Belarusian State Agricultural Academy (Gorki)]. Vol. 22(1), pp. 40–46.

22. Khmelnychiy, L.M., Salohub, A.M. (2012). Efektivnist poiednannia henealohichnykh formuvan v selektsii molochnoi khudoby [Efficiency of combination of genealogical formations in dairy cattle breeding]. Zbirnyk naukovykh prats Podil'skoho derzh. aharno-tekhnichnoho universytetu [Collection of scientific works of Podilsky State Agrarian and Technical University]. Seriya "Tehnologiya vyrobnyctva i pererobky produktsii tvarynyctva" [Series "Technology of production and processing of livestock products"]. Kamianets-Podil'skiy, Issue 20, pp. 285–287.

Изменчивость молочной продуктивности коров в зависимости от метода разведения по линиям

Хмельничий Л. М., Салогуб А. М.

Изучена эффективность внутрилинейного и межлинейного подбора при разведении сумского внутривидового типа украинской черно-пестрой молочной породы на племенных заводах Подлесновского филиала ООО «Райз-Максимко» и «Первое Мая» Сумского района. Установлены закономерности влияния различных вариантов подбора на уровень признаков молочной продуктивности. При оценке коров опытных стад, полученных при внутрилинейных и межлинейных кроссах, установлено, что чаще всего лучшим по признакам молочной продуктивности оказывалось потомство, полученное от межлинейных кроссов. В стаде ПЗ «Первое Мая» быки-производители отцовской линии Старбака 352790 удачно сочетались с материнскими линиями Елвейшна 1491007, Валианта 1650414, С.Т. Рокита 252803 и П.Ф.А. Чифа 1427381. Об этом свидетельствует высокий уровень надоя коров, полученных от этих сочетаний, который составил по данным первой лактации 5837–6223 кг молока и наивысшей – 6525–7474 кг. Разница по надоем коров-первотелок, полученных от межлинейных кроссов с отцовской линии Старбака 352790, составляла от 404 (P<0,05) до 790 кг (P<0,001). В стаде ПЗ «Райз-Максимко» не менее удачным стал подбор отцовской линии Валианта 1650414 в кроссах с материнскими Ситейшна 267150, С.Т. Рокита 252803 и Метта 1392858, с удоем коров-первотелок 6199–6382 кг. В системе линейного разведения мотивирована целесообразность проведения регулярного мониторинга по оценке сочетания линий в селекционном процессе разведения молочных пород. Повторное применение наиболее удачных и отказ от малоэффективных вариантов подбора будет способствовать наращиванию генетического потенциала молочной продуктивности скота созданных украинских пород.

Ключевые слова: украинская черно-пестрая молочная порода, линии, молочная продуктивность.

Variability of dairy productivity of cows depending on the breeding method by lines

Khmelnychiy L., Salohub A.

The effectiveness of intraline and interline selection at breeding of Sumy intrabreed type of Ukrainian Black-and-White dairy breed were carried out in the breeding farms of Pidlisnivskoyi branch of PJSC "Raise-Maximko" and "Pershe Travnja" in the Sumy district. According to the results of researches of cows of Ukrainian Black-and-White Dairy breed, regularities of influence on the level of traits of dairy productivity of different variants of selection were determined and confirmed by statistical reliability. According to the evaluation of cows under control herds obtained during intra-linear and interlinear selections, it was found that most often among the evaluated variants the offspring obtained from interlinear crosses were the best on the grounds of milk productivity. In the herd of breeding farm "Pershe Travnja" sires of Starbak's parental line 352790 were successfully combined in all investigated variants of interlinear crosses with maternal Eleveyshna 1491007, Valianta 1650414, S.T. Rokita 252803 and P.F.A. Chifa 1427381, as evidenced by the high milk yield of cows, received from these combinations, which was according to the first lactation 5837–6223 kg of milk and higher - 6525–7474 kg. The difference in milk yield of first-born cows obtained in the interlinear crosses with Starbak's parent line 352790 ranged from 404 (P <0.05) to 790 kg (P <0.001). In the system of linear breeding the reasonableness of carrying out regular monitoring to evaluate the combination of lines in the breeding process of dairy breeds is motivated. Reapplication of the most successful and abandonment of ineffective selection options will help to increase the genetic potential of dairy productivity of cattle produced by Ukrainian breeds.

Key words: Ukrainian Black-and-White Dairy breed, lines, milk productivity

Надійшла 12.09.2019 р.



ХМЕЛЬНИЧИЙ Л. М., ID <https://orcid.org/0000-0001-5175-1291>

САЛОГУБ А. М., ID <https://orcid.org/0000-0002-8181-7367>

УДК 636.22/28.34.061

ХМЕЛЬНИЧИЙ Л.М.

ЛОБОДА А.В.

БАРДАШ Д.О.

Сумський національний аграрний університет

**ОСОБЛИВОСТІ ЕКСТЕР'ЄРНОГО ТИПУ
КОРІВ-ПЕРВІСТОК УКРАЇНСЬКИХ ЧОРНО-РЯБОЇ
ТА ЧЕРВОНО-РЯБОЇ МОЛОЧНИХ ПОРІД**

За лінійними ознаками досліджено корів-первісток українських чорно-рябої та червоно-рябої молочних порід. База досліджень – підприємства компанії «Укрлендфармінг»: ПП «Буринське» Підліснівського відділення Сумського району та ТОВ «Млинівський комплекс» Роменської філії Сумської області. За оцінкою 100-бальної системи лінійної класифікації встановлено міжпородну відмінність із кращими показниками тварин української чорно-рябої молочної породи. Середні оцінки обох порід як за групові ознаки, так і фінальна оцінка знаходилися в межах «добре з плюсом» (80–84 бала). За оцінкою групових ознак молочного типу перевага тварин української чорно-рябої молочної породи над червоно-рябою становила 1,3 бала ($P < 0,001$); за оцінкою стану кінцівок та ратиць різниця виявилася на користь корів української червоно-рябої молочної породи з різницею 1,3 бала ($P < 0,001$). Краще розвиненим виявили вим'я у корів української чорно-рябої молочної породи, які переважали ровесниць української червоно-рябої на 1,4 бала ($P < 0,001$). Фінальна оцінка була вищою у корів української чорно-рябої молочної породи (83,0 бала) з незначною перевагою ровесниць української червоно-рябої (0,4 бала, $P < 0,01$). Рівень розвитку 18 описових ознак корів показав значну мінливість як у межах порід, так і всередині кожної породи. Загалом оціненим тваринам української чорно-рябої молочної породи властиві добре виражені висота (6,3 бала), глибина тулуба (7,2 бала), кутастість (6,8 бала), нахил (5,1 бала) та ширина задку (6,5 бала), прикріплення передніх часток вимені (6,5 бала), центральна зв'язка (6,4 бала) та глибина вимені (6,6 бала). У корів-первісток української червоно-рябої молочної породи краще розвинені груди у ширину (6,9 бала) та тулуб у глибину (7,5 бала), міцніші ратиці (6,4 бала). Екстер'єр тварин української чорно-рябої молочної породи має добру характеристику описових ознак, що визначають їх молочність, а української червоно-рябої молочної – міцність.

Ключові слова: українська чорно-ряба молочна порода, українська червоно-ряба молочна порода, лінійна оцінка, екстер'єр, тип, молочна продуктивність.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-21-32

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Поняття тип в аспекті оцінки тварин за екстер'єром позначає форму та зовнішній вигляд певної групи істот з характерними, притаманними лише їм узагальненими рисами, і є найпоширенішим виразом у лексиці селекціонерів-тваринників. Має походження від грецького *typos* – модель, форма, відбиток, зразок. У зоотехнії тип – це екстер'єрно-конституційні особливості тварини, які вказують на міцність, здоров'я та напрям її продуктивності [28]. Відтак, якщо екстер'єр – це будова тіла у її зовнішньому виразі, то тип визначає її відмінності залежно від напрямку продуктивності тварин.

Якщо конкретизувати, то тип – це фенотиповий прояв спадковості, виражений морфофункціональними особливостями екстер'єру у зв'язку зі спеціалізацією продуктивності та реактивної здатності організму тварин [28, 29]. Упродовж тривалого періоду в усьому світі процес створення нових та удосконалення існуючих порід ведеться з розробленням уявлення про модельний тип, який визначається тією чи іншою спеціалізацією створюваної породи. Основними ознаками модельної тварини є зовнішні форми будови тіла, цільові стандарти продуктивності та фізіологічної здатності, які певною мірою відображають спадкову основу вихідних порід [23, 27].

Генезис створення нових та удосконалення існуючих молочних порід ґрунтується на розробленні уявлення про бажаний екстер'єрний тип тварин. Це значуще питання селекції, оскільки бажаний тип визначає не лише рівень розвитку окремих статей тварин, але й найбільш доцільне співвідношення між ними, на досягнення якого має бути спрямовано селекційний добір та підбір.

З огляду на те, що екстер'єрний тип є найважливішою складовою конституції і є її зовнішнім вираженням, цю особливість у практиці селекції розглядають у всій складності його взаємозв'язку з продуктивними якостями тварин. За роки удосконалення молочної худоби накопичено численні відомості про величину і спрямованість зв'язків між низкою екстер'єрних показників та основними господарсько корисними ознаками [7, 9, 10, 11, 14, 15, 22].

На основі селекційних програм для цілеспрямованої селекційно-племінної роботи з новим масивом худоби українських чорно- та червоно-рябої молочних порід розроблено стандарти бажаного типу тварин. Відповідно до них, корови мають вирізнятися міцною щільною конституцією, гармонійною будовою тіла, щільно прикріпленим, рівномірно розвиненим вим'ям ванноподібної форми. Голова чітко окреслена, пропорційна тулубу, носове дзеркало широке, лоб помірно увігнутий. Лопатки щільно і рівно притуляються до тулуба, спина пряма, поперек широкий, майже горизонтальний. Зад широкий і довгий, з незначним нахилом лінії від клубів до сідничних горбів, клуби широко розставлені, корінь хвоста на одній лінії зі спиною. Кінцівки міцні, бабки короткі, скакальні суглоби добре розвинуті, без патологічних потовщень. Черевко не відвисле, довге і глибоке. Ребра круто вигнуті, косо розставлені на значній відстані одне від одного, груди широкі. Вим'я з великим запасом, міцною підтримувальною зв'язкою, щільно прикріплене, пропорційно розвинуте, молочні вени крупні, довгі, звивисті, добре розгалужені [17].

Усі ці ознаки мають описовий характер, тому визначити їх ступінь розвитку дає змогу сучасна система, визнана на світовому рівні – уніфікована методика лінійної класифікації молочної худоби.

У процесі селекційно-племінної роботи з тваринами порід молочного напрямку продуктивності засвідчено, що добре виражені типові, характерні для даної породи ознаки, конституційна міцність, гармонійне поєднання статей екстер'єру істотним чином визначають максимальну реалізацію продуктивного потенціалу, адаптованість та довголіття тварин [33, 35, 38, 39, 41]. У зв'язку з цим, метод лінійної класифікації забезпечує об'єктивне оцінювання екстер'єрного типу тварин, гарантуючи через добір та підбір кращих тварин ефективність селекційно-племінної роботи у цьому напрямі.

Великі можливості лінійної класифікації відкриваються через її доступність, методичну простоту, можливість оцінювання таких ознак, які складно, а іноді й неможливо виміряти, створити екстер'єрний профіль дочок, оцінених за потомством бугаїв-плідників, та перейти від оцінювання за фенотипом до оцінювання за генотипом [2, 24].

Використання сучасної методики окомірної лінійної класифікації корів молочної худоби за типом дає змогу перенести якісну описову експертну оцінку до розряду кількісних ознак і на її основі проводити масову селекцію корів за типом та оцінювання племінної цінності бугаїв-плідників за екстер'єром їх дочок [2, 16].

З огляду на зазначене вище, у новій редакції Закону України «Про племінну справу у тваринництві» лінійну класифікацію корів молочних порід за типом виділено як обов'язковий елемент у визначенні комплексної племінної цінності молочної худоби [5].

Мета дослідження. Враховуючи важливість лінійної класифікації в аспекті ефективності селекції молочної худоби за екстер'єрним типом, від якості якого залежить передусім молочна продуктивність тварин та показники довголіття, метою дослідження було оцінювання за лінійними ознаками корів українських чорно-рябої та червоно-рябої молочних порід, які є найбільш поширеними на теренах України.

Матеріал і методи дослідження. Базою експериментальних досліджень слугувала інформація з лінійної класифікації корів-первісток української чорно-рябої молочної породи племінного заводу ПП «Буринське» Підліснівського відділення Сумського району та української червоно-рябої молочної породи стада підприємства ТОВ «Млинівський комплекс» Роменської філії Сумської області. Оцінювали корів-первісток за методикою лінійної класифікації [14], відповідно до останніх рекомендацій ICAR [19], у віці 2–4 місяців після отелення за двома системами – 9-бальною з лінійним описом 18 статей екстер'єру та 100-бальною – з урахуванням чотирьох груп лінійних ознак, які характеризують вираженість молочного типу, розвиток тулуба, стан кінцівок та морфологічні якості вимені. Кожен екстер'єрний комплекс оцінювали незалежно з певним ваговим коефіцієнтом у загальній оцінці (ЗО) тварини: молочний тип (МТ) – 15 %, тулуб (Т) – 20; кінцівки (К) – 25 та вим'я (В) – 40 %.

Загальну оцінку типу визначали за формулою:

$$ЗО = (МТ \cdot 0,15) + (Т \cdot 0,20) + (К \cdot 0,25) + (В \cdot 0,40)$$

Дані експериментальних досліджень опрацьовували біометричними методами на ПК у середовищі Microsoft Office Excel за використання програмного забезпечення і формул, наведених Е. К. Меркурьевой [13].

Результати дослідження та їх обговорення. Показники оцінки корів-первісток піддослідних порід за 100-бальною системою лінійної класифікації засвідчили, що в межах комплексів ознак спостерігали міжпородні відмінності за кращими показниками у тварин української чорно-рябої молочної породи (табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристика корів-первісток українських молочних порід за лінійною оцінкою екстер'єрного типу, балів

Лінійна ознака	Українська чорно-ряба молочна		Українська червоно-ряба молочна	
	$\bar{x} \pm S.E.$	$C_v, \%$	$\bar{x} \pm S.E.$	$C_v, \%$
Кількість оцінених тварин	168		125	
Групові ознаки:				
молочного типу	83,0 $\pm$ 0,09	1,82	81,7 $\pm$ 0,12	2,32
тулуба	84,2 $\pm$ 0,13	1,55	83,8 $\pm$ 0,15	1,87
кінцівок	82,5 $\pm$ 0,14	2,34	83,4 $\pm$ 0,16	2,48
вимені	82,7 $\pm$ 0,11	2,37	81,3 $\pm$ 0,14	2,66
Фінальна оцінка типу	83,0 $\pm$ 0,08	1,52	82,6 $\pm$ 0,11	1,92
Описові ознаки:				
висота	6,3 $\pm$ 0,10	17,4	5,9 $\pm$ 0,10	19,3
ширина грудей	5,8 $\pm$ 0,13	28,3	6,9 $\pm$ 0,15	29,7
глибина тулуба	7,2 $\pm$ 0,10	22,3	7,5 $\pm$ 0,12	25,3
кутастість	6,8 $\pm$ 0,14	27,2	5,6 $\pm$ 0,16	31,4
нахил заду	5,1 $\pm$ 0,09	25,5	5,5 $\pm$ 0,11	28,3
ширина заду	6,5 $\pm$ 0,12	22,7	5,7 $\pm$ 0,14	27,5
кут тазових кінцівок	5,4 $\pm$ 0,11	23,5	6,1 $\pm$ 0,13	28,1
постав тазових кінцівок	6,3 $\pm$ 0,09	12,9	5,7 $\pm$ 0,11	19,8
кут ратиць	5,8 $\pm$ 0,15	31,2	6,4 $\pm$ 0,14	27,3
прикріплення часток вимені:	передніх	6,5 $\pm$ 0,11	27,6	5,9 $\pm$ 0,13
	задніх	5,9 $\pm$ 0,12	31,3	5,1 $\pm$ 0,14
центральна зв'язка	6,4 $\pm$ 0,15	32,5	5,3 $\pm$ 0,16	34,6
глибина вимені	6,6 $\pm$ 0,11	29,2	5,2 $\pm$ 0,13	31,2
розташування дійок:	передніх	4,8 $\pm$ 0,09	29,7	3,5 $\pm$ 0,15
	задніх	5,1 $\pm$ 0,11	27,2	4,6 $\pm$ 0,14
довжина дійок	5,2 $\pm$ 0,09	22,4	5,6 $\pm$ 0,11	28,2
переміщення (хода)	6,7 $\pm$ 0,08	27,7	6,4 $\pm$ 0,09	28,5
вгодваність	5,6 $\pm$ 0,11	26,3	6,8 $\pm$ 0,12	25,7

Середні оцінки обох порід як за групові ознаки, так і фінальна оцінка знаходяться у межах «добре з плюсом» (80–84 бала). Рівень оцінки групових ознак, які характеризують молочний тип тварин, загалом свідчить про відповідну спеціалізацію обох порід у напрямі молочної продуктивності за оцінкою таких ознак як гострота холки, ширина міжреберної відстані, вираженість гармонійного поєднання та пропорційного розвитку окремих частин тіла, тонина кістяка, довжина шиї, легкість голови та стан шкіри, яка має бути тонкою, м'якою й еластичною з блискучим волоссяним покривом.

Порівняльний аналіз оцінок групових ознак, які характеризують молочний тип корів-первісток, показав істотну перевагу тварин української чорно-рябої молочної породи над ровесниками червоно-рябої з високою за достовірністю різницею в 1,3 бала ($P < 0,001$; $td = 8,7$).

Оцінюючи ознаки, які характеризують стан розвитку тулуба, – його глибину, обхват грудей, вирівняність спини, нахил крижів, ширину в маклаках та сідничних горбах, спостерігали незначну міжпородну різницю, яка становила лише 0,4 бала ($P < 0,05$) на користь корів-первісток української чорно-рябої молочної породи.

За оцінкою стану кінцівок (задніх і передніх) та ратиць різниця виявилася на користь корів української червоно-рябої молочної породи (1,3 бала; $P < 0,001$; $td = 6,3$).

Фінальна оцінка корів за типом істотним чином залежить від оцінки морфологічних ознак вимені, оскільки її питома вага в загальній оцінці становить 40 %. Оцінка молочної системи передбачає розгляд будови та структури вимені. Перевага надається ознакам, від яких залежать високий надій, пристосованість до машинного доїння, зменшення можливості травмування.

Крім шести описових ознак, звертають увагу на ширину задньої частини вимені, довжину передньої частини, залозистість, вираженість молочних вен, спрямованість дійок, ступінчастість, форму дійок та на рівномірність розвитку чвертей.

Краще розвинене вим'я спостерігали у корів української чорно-рябої молочної породи, які переважали ровесниць української червоно-рябої на 1,4 бала ($P<0,001$; $td=7,9$). У підсумку фінальна оцінка вища також у корів української чорно-рябої молочної породи – 0,4 бала ($P<0,01$; $td=2,9$).

Підсумовуючи результати оцінювання корів за 100-бальною системою, варто відмітити, що селекційна практика підтверджує важливість оцінювання корів за комплексами лінійних ознак. Авторами [18] досліджено, що для збільшення терміну використання корів необхідно приділяти більше уваги поліпшенню екстер'єру худоби, особливо таких ознак як кінцівки, ратиці і вим'я, та завершальному оцінюванню лінійної класифікації. Оскільки збільшення оцінки за стан кінцівок на один бал супроводжується зростанням тривалості господарського використання корів на 64 доби, а збільшення оцінки за розвиток вимені на один бал збільшує середнє значення тривалості господарського використання на 82 доби. За оцінкою голштинських корів Канади [34] встановлено сильні генетичні кореляції між довічною продуктивністю і молочним типом ($r=0,53 - 0,56$).

Про вплив типу будови тіла корів, оцінених за методикою лінійної класифікації, на ознаки продуктивного довголіття повідомляється в дослідженнях корів стада плеємного заводу «Калінінське» з розведення висококрівної за голштином чорно-рябої худоби [1]. За результатами загальної оцінки за типом продуктивності, корови з оцінкою «добре», «задовільно» та «погано» з середніми балами 76,7–59,8 мали середній надій 5364–4893 кг, використовували 3,2–2,7 лактацій з довічним надоем 17165–13211 кг молока. Групи корів із загальною оцінкою за тип «відмінно», «дуже добре» і «добре з плюсом» мали надій 5863–5697 кг, використовували 3,6–3,8 лактацій з довічним надоем 21107–21649 кг. Між середнім балом загальної оцінки за комплекси ознак і довічним надоем отримано високу додатну кореляцію ($r=0,77$).

До системи лінійної класифікації молочних корів за типом, згідно з рекомендаціями ICAR, включено такі описові ознаки екстер'єру, які мають економічну цінність, чи опосередковано співвідносяться з цілями породного розведення, у тому числі у напрямі поліпшення ознак продуктивного довголіття [19]. Під час оцінювання описових ознак тварин за єдиною 9-бальною шкалою середню вираженість ознаки оцінюють у 5 балів, у разі біологічних відхилень у бік погіршення розвитку бали зменшуються у напрямі до одного і, навпаки, якщо розвиток ознаки зростає, оцінка збільшується до 9 балів. Однак максимальна оцінка у 9 балів не завжди характеризує бажаний тип розвитку статі екстер'єру. Це стосується таких ознак як положення заду, кут скакального суглоба, глибина вимені, розміщення та довжина дійок.

Рівень розвитку 18 екстер'єрних ознак корів, що описуються згідно з методикою лінійної класифікації, показує їх значну мінливість як у межах порід, так і всередині кожної породи. Загалом оціненим тваринам плеємного заводу ПП «Буринське» Підліснівського відділення властиві добре виражені висота, глибина тулуба, кутастисть, нахил та ширина заду, прикріплення передніх часток вимені, центральна зв'язка та глибина вимені. Результати лінійної класифікації свідчать, що будова тіла корів-первісток української чорно-рябої молочної породи на сучасному етапі селекції має добру характеристику описових ознак, що визначають їх молочність.

Перша ознака, яка має абсолютне вираження у см і вимірюється, – це висота у крижах, яку надалі перераховують у бали. Висота відображає загальний розвиток тварини, інтенсивність її вирощування у молодому віці та корелює з показниками молочної продуктивності й довголіття [21]. За повідомленнями авторів [26], додатна кореляція між висотою у крижах та величиною надою за лактацію у корів-первісток українських чорно-рябої, червоно-рябої та бурої молочних порід Сумщини варіювала у межах 0,217–0,354.

За нашими дослідженнями, тварини обох порід за висотою перевищували середній рівень оцінки з незначною перевагою корів української чорно-рябої молочної породи (+0,4 бала; $P<0,01$).

Лінійна ознака «ширина грудей» краще виражена у корів української червоно-рябої молочної породи з середньою оцінкою 6,9 бала, що вище порівняно з ровесницями української чорно-рябої молочної породи на 1,1 бала ($P<0,001$).

Глибину тулуба оцінюють за відстанню між верхньою точкою спини та нижньою частиною черева на рівні найглибшої точки останнього ребра. Стан ознаки залежить від віку і періоду лактації. Глибина тулуба певною мірою характеризує розвиток травного тракту. Молочна тварина повинна мати глибоке, добре розвинене, але не відвисле черево. Показники оцінки за цю ознаку свідчать про добре розвинений тулуб у корів-первісток обох дослідних порід з незначною перевагою (+0,3 бала) тварин української червоно-рябої молочної породи.

Для молочних корів характерна кутастість форм будови тіла. Зазвичай вони мають худорляву і довгу шию, гостру холку, грудна клітка, ребра, боки та сідничні кістки випирають, а м'язи стегна худорляві та увігнуті. Важлива ознака молочності – це кут і ступінь відкритості ребер, відстань між ребрами, які мають бути плоскими. Ознаки молочності доповнюють чітко окреслені статі тварини, міцність, витонченість, ніжність та грація [14]. За лінійною ознакою кутастості спостерігали значну та високодостовірну перевагу корів української чорно-рябої молочної породи з різницею у 1,2 бала ($P < 0,001$; $t_d = 5,64$).

Нахил задку оцінюють збоку тварини з визначенням нахилу за умовно проведеними горизонтальними лініями на рівні верхніх точок клубів і сідничного горба. Оптимальне значення – верхня точка клубів вища від верхньої точки сідничних горбів на 3–4 см. Якщо крайні точки умовно проведеної лінії розташовані на одному рівні, тобто нахил дорівнює нулю, то таке положення задку оцінюється трьома балами. Бажане вираження цієї ознаки є оптимальним і оцінюється у 5 балів, а відхилення у бік оцінки положення задку до 1 бала (піднятості) або 9 балів (звислості) є недоліками статі. Середня оцінка цієї ознаки у корів-первісток української чорно-рябої молочної породи (5,1 бала) свідчить про наявність серед оцінених тварин корів з незначною звислістю крижів, тимчасом серед корів-ровесниць української червоно-рябої молочної породи таких тварин значно більше, про що свідчить середня оцінка у 5,5 бала.

Важливість наступної ознаки екстер'єру – ширини задку, яку оцінюють за відстанню між каудальними виступами сідничних горбів, у системі лінійної класифікації молочної худоби полягає в тому, що широкий зад забезпечує більшу площу для прикріплення вимені у висоту та ширину, збільшує ємність тазової порожнини, розширює родові шляхи, сприяючи легшому перебігу отелення корів. Проведено дослідження, які доводять, що розвиток задку в ширину має вплив на формування будови вимені корів [4, 6, 12], підтверджуючи цей факт високими коефіцієнтами кореляції між обхватом вимені та шириною в клубах у симентал х голштинських 5/8-кровних ($r = 0,526$) та 3/4-кровних ($r = 0,608$) помісей [12], між довжиною задку та довжиною вимені ($r = 0,17$), а також між нахилом крижів та нахилом дна вимені ($r = 0,13$) [6]. Між довжиною задку та довжиною вимені Ф. Л. Гарькавий [4] також виявив високодостовірну додатну кореляцію ($r = 0,49$). Автор вважав, що під довгим і широким тазом може розміститися як велике, так і мале вим'я, а під коротким і вузьким тазом – лише невелике.

За оцінкою ширини задку виявлено перевагу на користь корів-первісток української чорно-рябої молочної породи. Їх оцінка була вищою на 0,8 бала порівняно з ровесницями української червоно-рябої ($P < 0,001$).

Кут тазових кінцівок визначають за станом згину (кута) кінцівок у скакальному суглобі. Бажане вираження цієї лінійної ознаки характеризується оптимальною величиною кута на рівні $146\text{--}148^\circ$ [24]. Зменшення кута скакального суглоба (шабlistість) або збільшення (слоновість) є істотними недоліками статі. За цією ознакою у корів української чорно-рябої молочної породи спостерігали незначну шабlistість, тимчасом у корів української червоно-рябої молочної породи цей недолік вищий на 0,7 бала ($P < 0,001$).

Шляхом огляду задку оцінюють ширину постави задніх кінцівок. Корови з прямими кінцівками одержують кращу оцінку. Зближеність кінцівок у скакальних суглобах, викривленість ніг істотно її знижують. Ця ознака пов'язана з попередньою і також є кращою за оцінкою у корів української чорно-рябої молочної породи – 6,3 бала, що вище за оцінку у корів української червоно-рябої на 0,6 бала ($P < 0,001$).

Кут ратиць оцінюють візуально за величиною кута, вершиною якого є місце з'єднання передньої стінки ратиці з площиною підлоги, а сторонами – висота ратичного рогу від підлоги до волосяного покриву та поверхня площини підлоги. Враховують висоту п'ятки ратиць (підвищення бальної оцінки). Середнє вираження постави кута ратиці становить 45° з оцінкою 5 балів. За станом цієї ознаки корови-первістки української чорно-рябої молочної породи поступалися ровесницям української червоно-рябої на 0,6 бала ($P < 0,01$).

Порівнюючи морфологічні ознаки вимені, які входять до складу описових ознак лінійної оцінки, кращі оцінки спостерігали у корів української чорно-рябої молочної породи.

Переднє прикріплення вимені визначають окомірно за кутом у місці з'єднання передніх часток з черевом, який залежить від міцності його прикріплення. Показник визначають візуально або вимірюванням за допомогою кутоміра (у градусах). Ознака важлива як у технологічному,

так і морфологічному сенсі. З технологічної точки зору, міцне прикріплення не дає змоги вимені з віком звисати, оскільки це призводить до його інфікування, охолодження і травмування. Встановлено, що переднє прикріплення вимені позитивно на достовірному рівні корелює з ознаками, які також виконують утримувальну функцію – з заднім прикріпленням ($r=0,227$), центральною зв'язкою ($r=0,219$) та глибиною вимені ($r=0,291$) [3], що підтверджує потенційні можливості щодо міцності його прикріплення. Переднє прикріплення вимені тісно пов'язане з його формою, величиною, пропорційним розвитком [24] та тісно корелює з молочною продуктивністю [23, 24].

Прикріплення передніх часток вимені краще виражено у корів української чорно-рябої молочної породи з перевагою ровесниць української червоно-рябої на 0,6 бала ($P<0,001$). Аналогічна ситуація збереглася за ознакою висоти прикріплення задніх часток вимені, за якою перевага корів української чорно-рябої молочної породи становила 0,8 бала ($P<0,001$).

Одна із важливих селекційних ознак вимені у корів молочної худоби – центральна зв'язка. Вона утворюється сполучнотканинною перетинкою, розділяючи вим'я на ліву та праву частини. Основна її функція – утримання вимені на відповідній висоті. Вим'я, яке дуже високо розташоване, з глибокою, міцною, добре вираженою борозною, що піднімається вгору впритул до місця прикріплення – найкраще вираження ознаки з оцінкою 9 балів. Оцінюють ознаку під час огляду ззаду візуально за глибиною і висотою підйому борозни на задній стінці вимені, або вимірюють глибину роздільної борозни спеціальним мірним пристроєм – фіксованою лінійкою [20].

У корів-первісток української чорно-рябої молочної породи добре виражена центральна зв'язка з оцінкою 6,4 бала, що перевищує аналогічний показник у ровесниць української червоно-рябої на 1,1 бала ($P<0,001$).

У системі оцінювання описових ознак вимені важливою селекційною ознакою є його глибина, яка оцінюється відстанню між розташуванням дна вимені відносно умовної лінії, проведеної на рівні скакального суглоба. З огляду на те, що глибоке, відвисле вим'я завдає багато незручностей під час машинного доїння, часто травмується і більш сприйнятне до захворювання на мастит, експерти-бонітери в процесі класифікації віддають перевагу тваринам з вищим розташуванням вимені. При цьому враховують ознаки, які забезпечують його достатній об'єм, – ширина задньої та довжина передньої частини [24].

Вим'я корів-первісток української чорно-рябої молочної породи за його оцінкою 6,6 бала розташоване досить високо і значно краще порівняно з ровесницями української червоно-рябої молочної породи, з перевагою на 1,4 бала ($P<0,001$; $td=8,2$).

За рештою ознак, які характеризують технологічні якості вимені, – розташуванням та довжиною дійок – переважали також корови української чорно-рябої молочної породи.

Рух тварини оцінюють у процесі її переміщення. При цьому спостерігають за напрямом руху, лінійним пересуванням у просторі, напруженістю руху, фіксацією фази опори і фази перенесення кінцівок, враховують стан ратиць. Оцінка знижується, якщо рух слабкий та коли присутня кульгавість і, навпаки, твердий, упевнений рух, правильна постава кінцівок, міцні ратиці та бабки підвищують рівень лінійної оцінки [19].

Важливість селекційного значення оцінки за переміщення підтверджують зарубіжні дослідники через те, що між цією та іншими ознаками існує відповідний зв'язок. Наприклад, у голштинських корів італійської селекції виявлено високий додатний зв'язок цієї статі з кутастистю ($r=0,650$) і помірний – з надоем ($r=0,238$) [30]. Легка та впевнена хода корови істотним чином залежить від стану інших описових ознак кінцівок. Встановлено [40], що між оцінкою переміщення і кутом скакального суглоба коефіцієнти кореляції досить високі і варіювали у межах від 0,33 до 0,78, а кутом ратиць – від 0,58 до 0,96. Голштинські корови Чехії з іксоподібною поставою тазових кінцівок вирізнялися нижчою тривалістю життя, ніж корови з прямою [31].

Дослідження залежності тривалості життя корів від рівня оцінки лінійних ознак, що характеризують якісний стан кінцівок, проведено на поголів'ї тварин сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи в умовах племінного заводу Підліснівської філії ПрАТ «Райз-Максимко» Сумського району [8]. Результати засвідчили позитивний вплив кращого стану постави тазових кінцівок, кута ратиць і переміщення на тривалість життя тварин. Групи тварин з бажаним розвитком лінійних статей з максимальною оцінкою дев'ять балів перевищували тварин з меншими показниками оцінок відповідно на 134–735; 38–626 та 75–737 діб. У наших дослідженнях

ця ознака добре виражена в обох порід і становить 6,7 бала у корів української чорно-рябої та 6,4 – у червоно-рябої молочної.

Останню з описових ознак – угодованість – оцінюють візуально за товщиною жирового покриття над коренем хвоста і тазом. Оцінка угодованості відображає стан запасів жиру в тілі тварини. Величина оцінки зростає у разі збільшення жирового напливу і, навпаки, зменшується у разі схуднення корови.

У дослідженнях зарубіжних та вітчизняних авторів [21] повідомляється, що угодованість часто від'ємно корелює як з іншими описовими ознаками, так і з продуктивністю. За даними досліджень голштинських корів Швейцарії [33], угодованість від'ємно корелювала з ознаками ширини грудей ($r=-0,39$), молочними формами ($r=-0,35$), якістю вимені ($r=-0,42$) та виробництвом молока ($r=-0,17$). За даними асоціації голштинської худоби Італії [30], угодованість тісно негативно корелювала з кутастістю ($r=-0,612$) та надоем за лактацію ($r=-0,386$), вказуючи на те, що високопродуктивні корови мають тенденцію бути більш худими. За даними голштинської асоціації США, генетична кореляція між оцінкою корів-первісток за угодованістю і молочними формами становила 0,73, тимчасом між угодованістю і міцністю $-0,72$ [32]. Про те, що корови, яких класифікували як худі, були кращими за довговічність, повідомляється у дослідженнях голштинської худоби Чехії [40]. Вищою угодованістю у віці 2–4 місяці першої лактації вирізнялися корови української червоно-рябої молочної породи з істотною перевагою над ровесницями української чорно-рябої – на 1,2 бала ($P<0,001$; $td=8,2$).

Виявлена висока мінливість описових лінійних ознак, яка варіює у межах 12,9–32,5 % у тварин української червоно-рябої молочної породи та 19,8–34,6 % – червоно-рябої, свідчить про відсутність наразі належного добору та можливості ефективної селекції за цими ознаками.

Отже, застосування у селекційному процесі молочної худоби методики лінійної класифікації є ефективним засобом об'єктивного визначення породних особливостей екстер'єрного типу корів.

В. П. Буркат зі співавторами [2] зазначають, що оцінювання і добір худоби за екстер'єром не є самодостатньою метою селекції. Зазначений вектор добору найменшою мірою зумовлений винятково естетичними уподобаннями селекціонерів і власників продуктивної худоби. Під час визначення бажаного типу екстер'єру та розроблення параметрів модельної тварини фахівці керуються передусім «наявними результатами досліджень сполучної мінливості (кореляційного зв'язку) розвитку окремих статей і пропорцій будови тіла з головними селекціонованими ознаками молочної продуктивності корів, тривалості та ефективності їх довічного господарського використання (продуктивного довголіття), відтворної здатності та здоров'я». Це зумовлює численні дослідження, спрямовані на виявлення таких зв'язків і сполучної мінливості.

Використання методики лінійної класифікації підтвердило існування додатної кореляції між ознаками будови тіла і вимені та молочною продуктивністю корів [21, 25, 26], що дає змогу підвищувати ефективність опосередкованого добору за цими ознаками.

Градація оціненого поголів'я дослідних порід за 100-бальною системою лінійної класифікації за фінальною оцінкою у межах трьох класів засвідчила сполучену мінливість між ними та показниками молочної продуктивності (табл. 2).

Таблиця 2 – Співвідносний розподіл корів-первісток за класифікаційною шкалою та продуктивністю

Фінальна оцінка, балів	Клас	Порода	Кількість голів	Продуктивність корів за першу лактацію, $\bar{x} \pm S.E.$		
				Надій, кг	% жиру	кг жиру
85–89	дуже добре	УЧРМ	22	6723 $\pm$ 115,7	3,79 $\pm$ 0,023	254,8 $\pm$ 3,66
		УЧєРМ	16	6555 $\pm$ 127,5	3,80 $\pm$ 0,033	245,3 $\pm$ 4,11
80–84	добре з плюсом	УЧРМ	134	6148 $\pm$ 69,5	3,81 $\pm$ 0,021	234,2 $\pm$ 2,06
		УЧєРМ	94	6078 $\pm$ 76,3	3,82 $\pm$ 0,028	232,2 $\pm$ 2,66
75–79	добре	УЧРМ	12	5377 $\pm$ 132,4	3,83 $\pm$ 0,045	205,9 $\pm$ 6,12
		УЧєРМ	15	5186 $\pm$ 123,7	3,84 $\pm$ 0,037	199,1 $\pm$ 5,88

Примітка: УЧРМ – українська чорно-ряба молочна;
УЧєРМ – українська червоно-ряба молочна.

За результатами співвідносного розподілу корів-первісток за класифікаційною шкалою та продуктивністю, тварини української чорно-рябої молочної породи з оцінкою «дуже добре» перевищують ровесниць з оцінкою «добре з плюсом» за надоем на 575 кг ($P<0,001$), а з оцінкою «добре» – на 1346 кг ($P<0,001$).

Аналогічне порівняння групи корів української червоно-рябої молочної породи з фінальною оцінкою «дуже добре» з ровесницями, оціненими за класом «добре з плюсом», засвідчило достовірну перевагу перших за надоем на 477 кг ($P<0,01$), а порівняно з тваринами класу «добре з плюсом» різниця становила 1369 кг ($P<0,001$).

За недостовірної мінливості вмісту жиру в молоці у межах класів корови українських чорно-рябої та червоно-рябої молочних порід з оцінками «дуже добре» мали жирномолочність більшу порівняно з класом «добре з плюсом» на 20,6 ($P<0,001$) та 13,1 кг ($P<0,01$), а порівняно з класом «добре» – на 48,9 ($P<0,001$) та 46,2 кг ($P<0,001$) відповідно.

Висновки. Застосування у селекційно-племінній роботі методики лінійної класифікації молочної худоби є ефективним засобом об'єктивного визначення породних особливостей корів за екстер'єрним типом.

За оцінкою лінійної класифікації кращими за будовою тіла та вимені виявилися корови-первістки української чорно-рябої молочної породи.

Існування сполученого зв'язку між груповими лінійними ознаками та ознаками молочної продуктивності є запорукою ефективності опосередкованого добору тварин за типом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Абылкасымов Д., Вахонева А., Сударев Н. Тип телосложения и продуктивное долголетие молочных коров. Молочное и мясное скотоводство. 2010. № 7. С. 12–14.
2. Буркат В.П., Полупан Ю.П., Йовенко І.В. Лінійна оцінка корів за типом. Київ: Аграрна наука, 2004. 88 с.
3. Вечорка В.В., Хмельничий Л.М. Оцінка сполученої мінливості між лінійними ознаками корів української червоно-рябої молочної породи. Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво». 2017. Вип. 5/1 (31). С. 8–16.
4. Гарькавий Ф.Л. Селекция коров и машинное доение. Москва: Колос, 1974. 160 с.
5. Про внесення змін до Закону України «Про племінне тваринництво»: Закон України № 13(2260) від 25 січня. Голос України. 2000. 4 с.
6. Иоганссон И., Рендель Я. Генетика и разведение домашних животных. Колос, 1970. С. 191–125.
7. Кочук-Ященко О.А. Лінійна оцінка типу і молочно продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи різної лінійної належності. Збірник наук. праць Вінницького НАУ. 2014. Вип. 1(83). Т. 2. С. 139–149.
8. Лади́ка В.І., Хмельничий С.Л. Тривалість життя корів української чорно-рябої молочної породи залежно від рівня оцінки лінійних ознак типу, які характеризують стан кінцівок. Розведення і генетика тварин. Вінниця. 2016. Вип. 51. С. 83–92.
9. Лади́ка В.І., Хмельничий Л.М., Салогуб А.М. Сполучна мінливість статей екстер'єру корів з молочною продуктивністю. Збірник наукових праць Білоцерківського НАУ. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2010. Вип. 3 (72). С. 9–11.
10. Лади́ка В.І., Хмельничий Л.М. Селекція корів за типом в аспекті збереження генофонду бурої худоби. Аграрна наука та харчові технології. Вінниця. 2017. Вип. 5 (99). Т. 1. С.81–87.
11. Лади́ка В.І., Хмельничий Л.М., Вечорка В.В., Хмельничий С.Л. Стан та перспектива селекції бурої худоби Сумського регіону за молочною продуктивністю та екстер'єрним типом. Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво». 2017. 7(33). С. 3–17.
12. Мельник Ю.Ф. Залежність продуктивності худоби української червоно-рябої молочної породи від спадкових і паратипових факторів: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.02.01. с. Чубинське, 2000. 17 с.
13. Меркурьева Е. К. Генетические основы селекции в скотоводстве. Москва: Колос, 1977. 240 с.
14. Хмельничий Л.М., Лади́ка В.І., Полупан Ю.П., Салогуб А.М. Методика лінійної класифікації корів молочних і молочно-м'ясних порід за типом. Суми: ВВП «Мрія-1» ТОВ, 2008. 12 с.
15. Полупан Ю.П. Ефективність довічного використання червоної молочної худоби. Розведення і генетика тварин. Київ: Аграрна наука. 2000. Вип. 33. С. 97–105.
16. Полупан Ю.П. Оцінка бугаїв за типом дочок. Вісник аграрної науки. 2000. Вип. 5. С. 45–49.
17. Преобразование генофонда пород. / М.В. Зубец и др.; под ред. М.В. Зубца. Киев: Урожай, 1990. 352 с.
18. Прохоренко Н.Н. Роль селекции в молочном животноводстве при разработке и реализации интенсивных технологий сельскохозяйственного производства. Сб. науч. трудов ГНУ Россельхозакадемии. 2013. Вып. 84. С. 198–205.
19. Реєстрація ICAR: довідник / за ред. В.І. Лади́ка, Л.М. Хмельничий, В.П. Буркат, С. Ю. Рубан. Суми: СНАУ, 2010. 457 с.
20. Хмельничий Л.М. Фіксована лінійка: деклараційний патент на корисну модель 2311 Україна, 7G01B3/08 A01K29/00; заявл. 17.03.2003; друк. 16.02.2004. Бюл. № 2.
21. Хмельничий Л.М., Вечорка В.В. Вікова мінливість кореляцій між надоем та лінійною оцінкою типу корів-первісток українських чорно- та червоно-рябої молочних порід. Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва. Збірник наукових праць БНАУ. Біла Церква. 2014. № 1 (116). С. 84–87.

22. Хмельничий Л.М., Вечорка В.В., Хмельничий С.Л. Особливості екстер'єрного типу молочної худоби різного походження та співвідносна мінливість лінійних ознак з надоем корів голштинської породи. Розведення і генетика тварин. 2018. Вип. 56. С. 77–84. Doi: <https://doi.org/10.31073/abg.56.10>
23. Хмельничий Л.М. Оцінка екстер'єру тварин в системі селекції великої рогатої худоби: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.02.01. с. Чубинське, 2005. 430 с.
24. Хмельничий Л.М. Оцінка екстер'єру тварин в системі селекції молочної худоби: монографія. Суми: Мрія, 2007. 260 с.
25. Хмельничий Л.М., Лобода В.П. Удосконалення стада з розведення української червоно-рябої молочної породи за показниками довічної продуктивності. Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво». 2014. Вип. 2/1 (24). С. 91–97.
26. Хмельничий Л.М., Лобода В.П., Шевченко А.П. Фенотипова та сполучена мінливість лінійних ознак екстер'єру корів молочних порід Сумщини. Розведення і генетика тварин. Київ: 2015. Вип. 50. С.103–111.
27. Хмельничий Л.М. Бажаний екстер'єрний тип корів молочної худоби. Розведення і генетика тварин. Київ: Аграрна наука. 2007. Вип. 41. С. 261–269.
28. Хмельничий Л.М. Бажаний тип – міра оцінки молочної худоби за екстер'єром. Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2004. № 1. Том. 2. С. 72–83.
29. Хмельничий Л.М. Тип як критерій оцінки екстер'єру корів молочної худоби. Вісник Черкаського інституту АПВ. 2006. Вип. 6. С. 115–127.
30. Battagin M., Sartori C., Biffani S., Penasa M., Cassandro M. Genetic parameters for body condition score, locomotion, angularity, and production traits in Italian Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. August. 2013. Vol. 96. No. 8. P. 5344–5351. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6352>
31. Boelling D., Pollott G. E. Locomotion, lameness, hoof and leg traits in cattle II.: Genetic relationships and breeding values. *Livestock Production Science*. 1998. Vol. 54(3). No. 6. P. 205–215.
32. Dechow C. D., Rogers G. W., Klei L., Lawlor T. J. Heritabilities and correlations among body condition score, dairy form and selected linear type traits. *Journal of Dairy Science*. June. 2003. Vol. 86. No. 6. P. 2236–2242.
33. Kadarmideen H. N., Wegmann S. Genetic parameters for body condition score and its relationship with type and production traits in Swiss Holsteins. *J. Dairy Science*. 2003. Vol. 86. No. 11. P. 3685–3693. Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73974-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73974-5)
34. Klassen D.J., Monardes L.H.G., Jairath R.I. Cue, Hayes J.F. Genetic correlations between lifetime production and linearized type in Canadian Holsteins. *J. Dairy Science*. 1992. 75(8). P. 2272–2282.
35. Larroque H., Ducrocq V. Relationships between type and longevity in the Holstein breed. *Genetic Selection and Evolution*. 2001. 33. P. 39–59. Doi: <https://doi.org/10.1186/1297-9686-33-1-39>
36. Jovanovac S., Raguž N. Analysis of the relationships between type traits and longevity in Croatian Simmental cattle using survival analysis. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2011. 76(30). P. 249–253. URL:<https://www.researchgate.net/publication/263...>
37. Setati M.M., Norris D., Banga C.B., Benyi K. Relationships between longevity and linear type traits in Holstein cattle population of Southern Africa. *Trop Anim Health Prod*. 2004. 36(8). P. 807–814. Doi: <https://doi.org/10.1023/B:TROP.0000045965.99974.9c>
38. Zavadilová L., Štípková M. Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech J. Anim. Sci*. 2012. 57(3). P. 125–136. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/...>
39. Zavadilová L., Štípková M., Němcová E., Bouška J., Matějčková J. Analysis of the phenotypic relationships between type traits and functional survival in Czech Fleckvieh cows. *Czech J. Anim. Sci*. 2009. 54 (12). P. 521–531. URL:<https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles>
40. Zavadilova L., Stipkova M. Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech J. Anim. Science*. 2012. Vol. 57(3). P. 125–136.
41. Zavadilová L., Němcová E., Štípková M., Bouška J. Bouška Relationships between longevity and conformation traits in Czech Fleckvieh cows. *Czech J. Anim. Sci*. 2009. 54. (9). P. 387–394. URL:<https://pdfs.semanticscholar.org/e5c0828f705dc...>

REFERENCES

1. Abylkasymov, D., Vakhoneva, A., Sudarev, N. (2010). Tip teloslozheniya i produktivnoe dolgoletie molochnykh korov [Body Type and productive longevity of Dairy cows]. *Molochnoe y miasnoe skotovodstvo [Dairy and beef cattle breeding]*. Issue 7, pp. 12–14.
2. Burkat, V.P., Polupan, Yu.P., Yovenko, I.V. (2004). Liniyna otsinka koriv za typom [Linear score of cows by type]. Kyiv: Agricultural Science.
3. Vechorka, V.V., Khmelnychyi, L.M. (2017). Otsinka spoluchenoї minlyvosti mizh liniinymy oznakamy koriv ukraїnskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Evaluation of the correlative variability between linear traits of cows of Ukrainian Red-and-White dairy breed]. *Visnyk Sumskoho NAU [Bulletin of Sumy National Agrarian University]*. Issue 5(1), pp. 8–16.
4. Gar'kavyi, F. L. (1974). Seleksiya korov i mashinnoe doenie [Cow breeding and machine milking]. Moscow: Kolos.
5. Pro vnesennja zmin do Zakonu Ukraїny "Pro pleminne tvarynnystvo": Zakon Ukraїny № 13(2260), 25 sichnja. *Golos Ukraїny [On Amendments to the Law of Ukraine "On Breeding Livestock": Law of Ukraine No. 13 (2260), January 25. Voice of Ukraine]*.
6. Iogansson, I., Rendel', Ya. (1970). Genetika i razvedenie domashnykh zhivotnykh [Genetics and development of domestic animals]. Moscow: Kolos.

7. Kochuk-Yashchenko, O.A. (2014). Liniina otsinka typu i molochna produktyvnist koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody riznoi liniinoi nalezhnosti [Linear assessment of the type and dairy productivity of cows of Ukrainian Black-and-White Dairy breed of different linear affiliation]. Zbirnyk naukovykh prats' Vinnyts'koho NAU [Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University]. Issue 1(83), pp. 139–149.
8. Ladyka, V.I., Khmelnychi, S.L. (2017). Tryvalist' zhyttja koriv ukrai'ns'koi' chorno-rjaboi' molochnoi' porody zalezno vid rivnja ocinky liniinykh oznak typu, jaki harakteryzujut' stan kincivok [Life expectancy of cows of Ukrainian black-rumped dairy breed depending on the level of evaluation of linear type traits that characterize the condition of the limbs]. Rozvedennja i genetyka tvaryn [Animal Breeding and Genetics]. Vinnytsia, Issue 51, pp. 83–92.
9. Ladyka, V.I., Khmelnychi, L.M., Salohub, A.M. (2010). Spoluchna minlyvist statei eksterieru koriv z molochnoiui produktyvnistiu [Correlative variability of the conformation type traits in cows with dairy productivity]. Zbirnyk naukovykh prats' Bilotserkivs'koho NAU [Collection of scientific works of Bilotserkiv National Agrarian University]. Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva [Technology of production and processing of livestock products]. Issue 3(72), pp. 9–11.
10. Ladyka, V.I., Khmelnychi, L.M. (2017). Seleksiia koriv za typom v aspekti zberezhenia henofondu buroi khudoby [Breeding of cows by type in the aspect of preservation the gene pool of brown cattle]. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii [Agrarian science and food technology]. Vinnytsia, Issue 5(99), pp. 81–87.
11. Ladyka, V.I., Khmelnychi, L.M., Vechorka, V.V., Khmelnychi, S.L. (2017). Stan ta perspektyva seleksii buroi khudoby Sumskoho rehionu za molochnoiui produktyvnistiu ta eksteriernym typom [Status and prospects of selective breeding brown cattle in the Sumy region by dairy productivity and conformation type]. Visnyk Sumskoho NAU [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Serija «Tvarynnyctvo» [Livestock Series]. Issue 7(33), pp. 3–17.
12. Melnyk, Yu.F. (2000). Zalezhnist' produktyvnosti hudoby ukrai'ns'koi' chervono-rjaboi' molochnoi' porody vid spadkovykh i paratypovykh faktoriv: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.02.01. [Dependence of cattle productivity of Ukrainian red-rippled dairy breed on hereditary and paratypical factors: abstract. diss. ... Cand. agricultural Sciences: 06.02.01]. Chubinske, 17 p.
13. Merkur'eva, E.K. (1977). Geneticheskie osnovy seleksii v skotovodstve [Genetic principles of selective breeding in cattle breeding]. Moscow: Kolos, 240 p.
14. Khmelnychi, L.M., Ladyka, V.I., Polupan, Yu.P., Salohub, A.M. (2008). Metodyka liniinoi klasyfikatsii koriv molochnykh i molochno-miasnykh porid za typom [The method of linear classification cows of dairy and dairy-beef breeds by type]. Sumy, 12 p.
15. Polupan, Yu.P., 2000. Efektyvnist dovichnoho vykorystannia chervonoï molochnoi khudoby [Efficiency of lifetime use of Red dairy cattle]. Rozvedennia i henetyka tvaryn. [Breeding and genetics of animals]. Kyiv: Agrarian Science. Issue 33, pp. 97–105.
16. Polupan, Yu.P. (2000). Otsinka buhaiv za typom dochok [Estimation of sires according to the type of daughters]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of agrarian science]. Issue 5, pp. 45–49.
17. Zubets, M.V., Karasik, Yu.M., Burkat, V.P. (1990). Preobrazovanie genofonda porod. [Transformation of the gene pool of breeds]. Kyiv: Harvest. 352 p.
18. Prokhorenko, N.N. (2013). Rol' seleksii v molochnom zhyvotnovodstve pri razrabotke i realizatsii intensivnykh tekhnologiy sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva [The role of selection in dairy cattle farming in the development and implementation of intensive technologies of agricultural production]. Sbornik nauchnykh trudov GNU Rossel'khozakademii [Collection of scientific papers of the GNU of the Russian Agricultural Academy]. Issue 84, pp. 198–205.
19. Ladyka, V.I., Khmelnychi, L., Burkat, V., Ruban, S. (2010). Reiestratsiia ICAR: dovidnyk [ICAR Registration: reference book]. Sumy, 457 p.
20. Khmelnychi, L.M. Fiksovana liniika: deklaracijnyj patent na korysnu model' 2311 Ukrai'na, 7G01B3/08 A01K29/00; zjavl. 17.03.2003; druk. 16.02.2004. Bjul. № 2 [Fixed line: patent patent for utility model 2311 Ukraine, 7G01B3 / 08 A01K29 / 00; claimed 17.03.2003; printing. 02/16/2004 Bul. № 2].
21. Khmelnychi, L.M., Vechorka, V.V. (2014). Vikova minlyvist koreliatsii mizh nadoiem ta liniinoiu otsinkoiu typu koriv-pervistok ukrainskykh chorno- ta chervono-riaboi molochnykh porid [Age variability of correlations between milk yield and linear estimation of the type of first-born cows of Ukrainian Black and Red-and-White dairy breeds]. Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produktiv tvarynnyctva. Zbirnyk naukovykh prats' BNAU [Technology of production and processing of livestock products. Collection of scientific works of Bilotserkiv National Agrarian University]. Bila Tserkva, Issue 1(116), pp. 84–87.
22. Khmelnychi, L.M., Vechorka, V.V., Khmelnychi, S.L. (2018). Osoblyvosti eksteriernoho typu molochnoi khudoby riznoho pokhodzhennia ta spivvidnosna minlyvist liniinykh oznak z nadoiem koriv holshtynskoi porody [Features of exterior type of dairy cattle of different origin and the correlative variability of linear traits with milk yield of Holstein cows]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. no. 56, pp. 77–84. Available at: <https://doi.org/10.31073/abg.56.10>
23. Khmelnychi, L.M. (2005). Ocinka ekster'jeru tvaryn v systemi seleksii' velykoi' rogatoi' hudoby: dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.02.01 [Animal Exterior Assessment in Cattle Breeding System: Dis. ... Dr. Sciences: 06.02.01] Chubinske.
24. Khmelnychi, L.M. (2007). Otsinka eksterieru tvaryn v systemi seleksii molochnoi khudoby: monohrafiia [Animal's exterior estimation in the selective breeding system of dairy cattle: monograph]. Sumy, 260 p.
25. Khmelnychi, L.M., Loboda, V.P. 2014. Udoshkonalennia stada z rozvedennia ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody za pokaznykamy dovichnoi produktyvnosti [Improvement of herd for breeding Ukrainian Red-and-White dairy breed on indicators of lifetime productivity]. Visnyk Sumskoho NAU. [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Serija «Tvarynnyctvo» [The series "Livestock"]. Issue 2(24), pp. 91–97.
26. Khmelnychi, L.M., Loboda, V.P., Shevchenko, A.P. (2015). Fenotypova ta spoluchena minlyvist liniinykh oznak eksterieru koriv molochnykh porid Sumshchyny [Phenotypic and correlated variability of linear traits of the exterior of dairy cows in Sumy region]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Kyiv, Issue 50, pp. 103–111.

27. Khmelnychi, L.M. (2007). Bazhanyi eksteriyni typ koriv molochnoi khudoby [Desired exterior type of cows of dairy cattle]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Breeding and genetics of animals]. Kyiv, Issue 41, pp. 261–269.
28. Khmelnychi, L.M. (2004). Bazhanyi typ – mira otsinky molochnoi khudoby za eksterierom [Desired type - a measure of evaluation of dairy cattle for the exterior]. *Visnyk Ukrainskoho tovarystva henetykiv i selektsioneriv* [Bulletin of the Ukrainian Society of Genetics and Breeders]. Vol. 1(2), pp. 72–83.
29. Khmelnychi, L.M. (2006). Typ yak kryterii otsinky eksterieru koriv molochnoi khudoby [Type as a criterion for evaluating the exterior of dairy cattle]. *Visnyk Cherkaskoho instytutu APV* [Bulletin of the Cherkasy Institute of Public Information]. Issue 6, pp. 115–127.
30. Battagin, M., Sartori, C., Biffani, S., Penasa, M., Cassandro, M. (2013). Genetic parameters for body condition score, locomotion, angularity, and production traits in Italian Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 96, no. 8, pp. 5344–5351. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds>.
31. Boelling, D., Pollott, G. (1998). Locomotion, lameness, hoof and leg traits in cattle II.: Genetic relationships and breeding values. *Livestock Production Science*. Vol. 54(3), no. 6, pp. 205–215.
32. Dechow, C., Rogers, G., Klei, L., Lawlor, T. (2003). Heritabilities and correlations among body condition score, dairy form and selected linear type traits. *Journal of Dairy Science*. Vol. 86, no. 6, pp. 2236–2242.
33. Kadarmideen, H., Wegmann, S. (2003). Genetic parameters for body condition score and its relationship with type and production traits in Swiss Holsteins. *J. Dairy Science*. Vol. 86, no. 11, pp. 3685–3693. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds>.
34. Klassen, D., Monardes, H., Jairath, L., Cue, R., Hayes, J. (1992). Genetic correlations between lifetime production and linearized type in Canadian Holsteins. *J. Dairy Science*. 75(8), pp. 2272–2282.
35. Larroque, H., Ducrocq, V. (2001). Relationships between type and longevity in the Holstein breed. *Genetic Selection and Evolution*. 33, pp. 39–59. Available at: <https://doi.org/10.1186/1297-9686-33-1-39>
36. Jovanovac, S., Raguž, N. (2011). Analysis of the relationships between type traits and longevity in Croatian Simmental cattle using survival analysis. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 76(30), pp. 249–253. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/263..>
37. Setati, M., Norris, D., Banga, C., Benyi, K. (2004). Relationships between longevity and linear type traits in Holstein cattle population of Southern Africa. *Trop Anim Health Prod*. 36(8), pp. 807–814. Available at: <https://doi.org/10.1023/B:TROP.0000045965.99974.9c>
38. Zavadilová, L., Štípková, M. (2012). Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech J. Anim. Sci.* 57(3), pp. 125–136. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/...>
39. Zavadilová, L., Štípková, M., Němcová, E., Bouška, J., Matějčková, J. (2009). Analysis of the phenotypic relationships between type traits and functional survival in Czech Fleckvieh cows. *Czech J. Anim. Sci.* 54(12), pp. 521–531. Available at: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles>
40. Zavadilova, L., Stipkova, M. (2012). Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech J. Anim. Science*. Vol. 57(3), pp. 125–136.
41. Zavadilová, L., Němcová, E., Štípková, M., Bouška, J. (2009). Relationships between longevity and conformation traits in Czech Fleckvieh cows. *Czech J. Anim. Sci.* 54(9), pp. 387–394. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/e5c0828f705dc..>

Особенности экстерьерного типа коров-первотелок украинских черно-пестрой и красно-пестрой молочных пород

Хмельничий Л.М., Лобода А.В., Бардаш Д.А.

По линейным признакам исследованы коровы-первотелки украинских черно-пестрой и красно-пестрой молочных пород. База исследований – предприятия компании «Укрландфарминг» ПП «Буринское» Подлесневского отделения Сумского района и ООО «Млиновский комплекс» Роменского филиала Сумской области. По оценке 100-балльной системы линейной классификации установлено межпородное различие с лучшими показателями животных украинской черно-пестрой молочной породы. Средние показатели оценки обеих пород, как за групповые признаки, так и за финальную оценку находились в пределах «хорошо с плюсом» (80–84 балла). По оценке групповых признаков молочного типа преимущество животных украинской черно-пестрой молочной породы над красно-пестрой составило 1,3 балла ($P < 0,001$); по оценке состояния конечностей и копыт разница оказалась в пользу коров украинской красно-пестрой молочной породы с разницей 1,3 балла ($P < 0,001$). Лучше развитым оказалось вымя у коров украинской черно-пестрой молочной породы, которые преобладают над сверстницами украинской красно-пестрой на 1,4 балла ($P < 0,001$). Финальная оценка была выше у коров украинской черно-пестрой молочной породы (83,0 балла) с незначительным преимуществом сверстниц украинской красно-пестрой (0,4 балла, $P < 0,01$). Уровень развития 18 описательных признаков коров показал их значительную изменчивость как в пределах пород, так и внутри каждой породы. В общем, оцененным животным украинской черно-пестрой молочной породы присущи хорошо выраженные высота (6,3 балла), глубина туловища (7,2 балла), угловатость (6,8 балла), наклон (5,1 балла) и ширина зада (6,5 балла), прикрепление передних долей вымени (6,5 балла), центральная связка (6,4 балла) и глубина вымени (6,6 балла). У коров-первотелок украинской красно-пестрой молочной породы лучше развиты грудь в ширину (6,9 балла) и туловище в глубину (7,5 балла), крепкие копыта (6,4 балла). Экстерьер животных украинской черно-пестрой молочной породы имеет хорошую характеристику описательных признаков, определяющих их молочность, а украинской красно-пестрой молочной – прочность.

Ключевые слова: украинская черно-пестрая молочная порода, украинская красно-пестрая молочная порода, линейная оценка, экстерьер, тип, молочная продуктивность.

Features of the conformation type of first-born cows of Ukrainian Black-and-White and Red-and-White Dairy breeds**Khmelnychyi L., Loboda A., Bardash D.**

Research of first-born cows of Ukrainian Black-and-White and Red-and-White Dairy breeds by linear traits was carried out. Research was conducted at the enterprises of the "Uklendfarminh" company: PE "Burynske" of Pidlisnivskoho Branch of Sumy District and LLC "Mlynivsky Complex" of Romny Branch of Sumy Region.

According to the 100-point linear classification system, an interbreed difference was determined with the best indicators of animals of Ukrainian Black-and-White Dairy breed. The average scores of both breeds for the group traits and final assessment ranged from "good with plus" (80–84 scores). According to the estimation of group traits of dairy type, the predominance of animals of Ukrainian Black-and-White Dairy breed over Red-and-White was 1.3 scores ($P < 0.001$); according to assess the condition of limbs and hooves, the difference was in favor of cows of Ukrainian Red-and-White Dairy breed with a difference of 1.3 scores ($P < 0.001$). The best developed udder was found in cows of Ukrainian Black-and-White Dairy breed, which outperformed the peers of Ukrainian Red-and-White one by 1.4 scores with high reliability ($P < 0.001$). As a result, the final score was higher in cows of Ukrainian black-and-White Dairy breed (83.0 scores) with a slight but significant superiority of peers Ukrainian Red-and-White Dairy breed, which was 0.4 scores ($P < 0.01$). The developmental level of 18 descriptive traits of cows showed their considerable variability both within breeds and within each breed. In general, the evaluated animals of Ukrainian Black-and-White Dairy breed are characterized by well-pronounced height (6.3 scores), body depth (7.2 scores), angularity (6.8 scores), slope (5.1 scores) and rear width (6.5 scores), front udder parts attachment (6.5 scores), central ligament (6.4 scores) and udder depth (6.6 scores). The first-born cows of Ukrainian Red-and-White Dairy breed have better developed chest in width (6.9 scores) and body depth (7.5 scores), stronger hooves (6.4 scores). The conformation of animals of Ukrainian Black-and-White Dairy breed had a good characteristic of descriptive traits that determined their milkiness and for Ukrainian Red-and-White Dairy breed – strength.

Key words: Ukrainian Black-and-White Dairy breed, Ukrainian Red-and-White Dairy breed, linear assessment, conformation, type, milk productivity.

Надійшла 10.09.2019 р.



ХМЕЛЬНИЧИЙ Л.М., ID <https://orcid.org/0000-0001-5175-1291>

БАРДАШ Д.О. ID: <https://orcid.org/0000-0002-9368-2324>

УДК 636.2.082.2.034

СІРЯК В.А.

ПОЛУПАН Ю.П.

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

СТАВЕЦЬКА Р.В.

*Білоцерківський національний аграрний університет***ХАРАКТЕРИСТИКА ЗА РОСТОМ ТА МОЛОЧНОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ КОРІВ НАПІВСЕСТЕР ЗА БАТЬКОМ**

Доведено, що жива маса ремонтних телиць, інтенсивність її формування та молочна продуктивність первісток залежать від походження за батьком. Зокрема, величина індексу формування живої маси між групами напівсестер коливається від 68,9 до 82,3 (за порівняння вікових періодів 6–0 і 12–6 місяців), від 15,1 до 18,4 (6–3 і 9–6 місяців), від 23,8 до 28,6 (6–3 і 12–9 місяців); середньодобові прирости у віці 0–12 місяців – від 659 до 717 г, 12–18 місяців – від 500 до 585 г; жива маса у віці 12 місяців – від 367 до 399 кг; надій за 305 дів – від 5295 до 7595 кг, масова частка жиру в молоці – від 3,70 до 3,78 %, білка – від 3,23 до 3,34 %, кількість молочного жиру – від 197 до 286 кг, молочного білка – від 175 до 253 кг.

Незалежно від способу визначення індексу формування живої маси, вищою інтенсивністю характеризуються дочки бугаїв-плідників М. Нірвани 101709244 (82,3; 18,3; 26,9 відповідно), Б. Бюїка 10789585 (80,0; 18,1; 28,6) і М. В. Тахое 8189401 (80,1; 18,4; 27,7). Встановлено відмінності ($P < 0,001$) за величиною середньодобового приросту дочок бугаїв у віці 0–12 і 12–18 місяців. У віці 0–12 місяців вищі середньодобові прирости показали дочки бугаїв М.В. Тахое 8189401, Флама 112302008 і Б. Бюїка 10789585 (у середньому 711 г), у віці 12–18 місяців – дочки М. Нірвани 101709244, Н. Альфонса 353588796, Х.Р. Артиста 6284191 і Х. Хадлі 123055802 (у середньому 566 г).

Вища інтенсивність росту ремонтних телиць до 12-місячного віку не супроводжується вищою молочною продуктивністю первісток. Перевага за надоем (+606...+1373 кг, $P < 0,001$), виходом молочного жиру (+25...+54 кг, $P < 0,001$) і молочного білка (+22...+48 кг, $P < 0,001$) спостерігається у дочок бугаїв-плідників М. Естимейта 5925716 і Н. Альфонса 353588796, жива маса яких у віці 18 місяців не перевищувала середній показник по групі. Низькою молочною продуктивністю (–525...–927 кг молока порівняно із середнім, –18...–44 кг молочного жиру і –8...–30 кг молочного білка) характеризуються дочки бугаїв Флама 112302008 і М. В. Тахое 8189401, які мали достовірно вищу інтенсивність росту та формування живої маси.

На основі однофакторного дисперсійного аналізу встановлено, що вплив походження за батьком на живу масу дочок від народження до 18-місячного віку складає 24,4–43,6 % загальної фенотипової мінливості, на величину середньодобових приростів – 27,5–47,7 %, ознак молочної продуктивності – 18,0–30,1 % за високої достовірності ($P < 0,001$).

Ключові слова: молочна худоба, походження за батьком, напівсестри, індекс формування живої маси, молочна продуктивність, сила впливу.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-33-42

Постановка проблеми. Упродовж другої половини ХХ сторіччя значних успіхів досягнуто в генетичному удосконаленні молочної худоби за добору тварин за походженням, власною і продуктивністю потомства [1]. Нині приділяють увагу оцінці генетичної складової не лише продуктивних ознак корів, але й ознак росту, екстер'єру, здоров'я, плодючості, ефективності споживання корму, збереженості у стаді [2, 3]. Бажані ознаки молочної худоби використовують для оптимізації селекційного процесу через включення їх до селекційних індексів, за якими оцінюють і відбирають корів та бугаїв [4, 5]. Мета відбору може сильно різнитися, оскільки його ознаки залежать від економічних і навколишніх умов виробництва молока, а також від сучасних тенденцій удосконалення худоби [6]. Проте інтенсивність росту молочної худоби та рівень молочної продуктивності завжди актуальні в системі добору.

Аналіз останніх досліджень. На сучасному етапі розвитку селекції роль бугаїв-плідників у генетичному поліпшенні порід є надзвичайно високою [7, 8]. Відомо, що відносний вплив бугаїв на господарсько корисні ознаки корів сягає 90–98 % [9, 10, 11]. Як дещо нижчий оцінюють вплив бугаїв на генетичний прогрес молочної худоби Van Tassel and Van Vleck [12]. Вплив батьків бугаїв вони оцінюють у 40 %, батьків корів – 30, матерів бугаїв – 20 і матерів корів – 10 %. Проте і за таких оцінок перевага бугаїв є очевидною.

Визначення кращих бугаїв зазвичай відбувається шляхом оцінки за якістю потомства, зокрема, порівнянням показників продуктивності їх дочок і ровесниць [13]. Дочок бугаїв-плідників використовують у різних країнах, у стадах, що різняться за рівнем годівлі, утримання, якістю

ветеринарного обслуговування тощо, що дає змогу оцінювати і порівнювати бугаїв та їх потомство у різних умовах середовища [5].

Konsowicz et al. [14] довели, що на продуктивні та відтворні ознаки дочок бугаїв-плідників впливає їх племінний статус. У зазначеному дослідженні бугаїв розділили на три групи: 1 – батьки бугаїв, 2 – бугаї, оцінені за якістю потомства, 3 – бугаї, яких перевіряли. Вищий надій ($p < 0,05$), масова частка жиру і білка в молоці були характерні для дочок бугаїв-плідників першої групи, водночас вони мали найдовшу тривалість міжотельного періоду через низьку ефективність запліднення. Тобто, результати оцінки продуктивних якостей дочок бугаїв-плідників визначають племінний статус бугаїв і дають змогу ефективно використовувати племінні ресурси.

У вітчизняних і закордонних дослідженнях за результатами оцінки дочок бугаїв-плідників встановлено істотний вплив батька на живу масу, екстер'єр, молочну продуктивність, відтворну здатність, бонітувальний бал, тривалість використання і довічну продуктивність їх дочок [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26]. Попередніми дослідженнями [16] на тваринах української червоної молочної породи встановлено, що вплив батька (η^2) на проміри дочок становить 0,12–0,40, оцінку за типом будови тіла – 0,06–0,32, молочну продуктивність – 0,18–0,25, ознаки відтворення – 0,07–0,28. Висока частка генетичної складової у загальній фенотиповій мінливості дає змогу передбачити ефективність селекції насамперед за ознаками екстер'єру та молочної продуктивності. Найнижчий вплив на селекцію мають ознаки відтворної здатності.

Жива маса молочної худоби набуває дедалі більшої економічної цінності, оскільки вона пов'язана з інтенсивністю росту тварин, відображає вимоги організму корів і телиць до умов довілля, визначає цінність туші після вибракування і забою [27]. Ефективність селекції за інтенсивністю росту, продуктивними, функціональними та іншими ознаками залежить від ступеня їх успадкованості. Встановлено, що успадкованість живої маси новонароджених телят коливається від 0,26 [28] до 0,53 [29], у кінці молочного періоду – 0,45, упродовж усього періоду вирощування – 0,45–0,75 [29, 30], після першого отелення – 0,35–0,75 [29, 30, 31], першого осіменіння – 0,20 [32]. У дослідженні Rahman et al. [33] успадкованість живої маси новонароджених телят становила $0,40 \pm 0,09$, у віці 3 місяців – $0,46 \pm 0,08$, 6 місяців – $0,39 \pm 0,12$, за першого осіменіння – $0,50 \pm 0,12$. Успадкованість приростів живої маси [34] є досить високою ($0,68 \pm 0,034$), а віку досягнення живої маси, необхідної для першого осіменіння, коливається від середньої ($0,41 \pm 0,027$) до високої ($0,82 \pm 0,034$). Отже, величина успадкованості живої маси молочної худоби у різному віці та її приростів свідчить про можливість генетичного поліпшення цієї ознаки.

Veerkamp et al. [35] повідомляють, що успадкованість живої маси зазвичай вища, коли до аналізу включено більше одного зважування. Swali and Wathes [36] установили, що жива маса новонароджених теличок залежить від віку і рівня молочної продуктивності їх матерів. Від старших корів (3–6 лактація) з високим найвищим надоем за лактацію (> 42 кг) народжуються дрібніші телята. Жива маса новонароджених теличок має зв'язок з інтенсивністю росту, продуктивними і відтворними ознаками, а також зі схильністю до певних захворювань. Установлено, що жива маса новонароджених теличок додатньо корелює з їхньою масою за першого осіменіння $r = 0,31$ [31], молочною продуктивністю, відтворною здатністю [37, 38], а також [34] схильністю до маститу ($r = 0,24$) і захворювань кінцівок ($r = 0,71$).

Вивченню генетичної складової молочної продуктивності присвячено численні дослідження у різних країнах світу. Druet et al. [39] повідомляють про успадкованість надою у французькій популяції голштинів від 0,16 до 0,39, Karasaören et al. (Швейцарія) – від 0,16 до 0,39 [40], Хмельничий і Лобода [41] та Підпала і Зайцев [42] у вітчизняних племінних стадах молочної худоби – від 0,128 до 0,262. Разом з тим, у низці інших досліджень у Польщі, Японії, Чилі, Новій Зеландії, Колумбії, Кенії та в Україні повідомляють про нижчі (від 0,13 до 0,18) показники успадкованості надою [43, 44, 45, 46, 47, 48, 49]. Автори пояснюють це низьким рівнем продуктивності корів, тобто значним впливом чинників довілля. Навпаки, у дослідженнях Ologi et al. [50] (Великобританія) і Jamrozik and Schaeffer [51] (Канада) успадкованість надою була високою (0,40–0,59). Jamrozik and Schaeffer [51] зазначають, що успадкованість надою була вищою у перші 10 діб лактації. Успадкованість масової частки жиру і білка в молоці коливається від 0,30 до 0,46 [44, 45].

Попри зазначені у каталогах високі значення племінної цінності та селекційні індекси кожен бугай має бути оцінений за якістю потомства у тому стаді, де його використовують [52]. Сьогодні українські виробники молока мають вільний доступ до світових генетичних ресурсів молочної худоби. Високопродуктивних голштинських і голштинізованих телиць і корів осіменяють спермою бугаїв-плідників голштинської породи північноамериканської (США, Канада) і європейської (Німеччина, Франція, Нідерланди тощо) селекції, а їх нащадків широко використовують у всьому світі, зокрема в Україні. Тому важливо проводити всебічну оцінку дочок бугаїв за основними господарсько корисними ознаками та визначати кращих із них в умовах конкретного стада.

Метою дослідження було вивчення впливу походження за батьком на особливості росту і формування молочної продуктивності корів.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проведено у ретроспективному статистичному досліді у стаді молочної худоби племінного заводу ТДВ «Терезине» Київської області. Використано матеріали електронної інформаційної бази СУМС ОРСЕК. До дослідження включено 532 корови, що одержані від 11 плідників.

Інтенсивність формування живої маси (спадання відносної швидкості росту, ΔK) обчислено за методикою Свечина [53] за трьома [54] найбільш інформативними варіантами порівнюваних вікових періодів 6–0 і 12–6, 6–3 і 9–6 та 6–3 і 12–9 місяців за формулою:

$$\Delta K = \left[\frac{(W_t - W_0) \times 2}{(W_t + W_0)} - \frac{(W_{t_1} - W_{0_1}) \times 2}{(W_{t_1} + W_{0_1})} \right] \times 100$$

де W_0 і W_t – жива маса тварини на початку і в кінці першого контрольного періоду, W_{0_1} і W_{t_1} – жива маса тварин на початку і в кінці другого контрольного періоду.

Ріст телиць оцінювали за середньодобовими приростами у віці 0–12 і 12–18 місяців та за живою масою у півторарічному віці, молочну продуктивність первісток – за надоем, масовою часткою і виходом молочного жиру і білка за 305 діб лактації.

Ступінь генетичної зумовленості ознак оцінювали за показником сили впливу походження за батьком із використанням однофакторного дисперсійного аналізу.

Обчислення здійснювали методами математичної статистики засобами програмного пакета «STATISTICA-12,0» на ПК.

Результати дослідження. У стаді селекційну диференціацію за основними господарсько корисними ознаками виявляють передусім між групами напівсестер за батьком. Порівнянням групових середніх значень виявлено істотні відмінності між групами напівсестер за батьком за ростом і ознаками молочної продуктивності.

За величиною індексів формування живої маси у першому (6/0)–(12/6) і другому (6/3)–(9/6) варіантах порівняння достовірну перевагу ($P < 0,05$, $P < 0,001$) відмічено у дочок бугаїв М. Нірвани 101709244, Б. Бюїка 10789585, М. В. Тахое 8189401, найнижчі значення індексу – у дочок плідників Н. Альфонса 353588796 і В. Астрономера 2160438 (табл. 1). У третьому варіанті порівнюваних періодів достовірно вищу інтенсивність формування живої маси виявляють дочки бугая Б. Бюїка 10789585, найнижчу – дочки Н. Альфонса 353588796. Встановлена різниця за величиною індексів між дочками кращих і гірших бугаїв виявилася достовірною (до $P < 0,001$) і за першого варіанту становила 11,5, другого – 2,6, третього – 4,8.

Отже, на формування живої маси ремонтних телиць впливає такий генотиповий чинник як походження за батьком. Надостовірнішою різниця за інтенсивністю формування живої маси телиць виявилась у першому варіанті порівняння (за вікових періодів 6–0 і 12–6 місяців).

За середньодобовими приростами живої маси до річного віку (табл. 2) вищу інтенсивність росту (708–717 г, $P < 0,001$) відзначено у дочок бугаїв-плідників Флама 112302008, Б. Бюїка 10789585 і М. В. Тахое 8189401, у 12–18 місяців – Н. Альфонса 353588796, Х. Р. Артиста 6284191, М. Нірвани 101709244 і Х. Хадлі 123055802 (545–585 г, $P < 0,001$). Вища жива маса у 18-місячному віці (390–399 кг) притаманна дочкам бугаїв М. Нірвана 101709244, Флам 112302008, Б. Бюїк 107895, В. Х. Маркос 131801949 і М. В. Тахое 8189401. Вона перевищувала середню живу масу по вибірці на 6–15 кг ($P < 0,001$).

Таблиця 1 – Інтенсивність формування живої маси телиць напівсисбів за батьком

Кличка і номер батька	Ураховано дочок	Індекси формування живої маси за порівнюваних вікових періодів (місяців):		
		(6/0)–(12/6)	(6/3)–(9/6)	(6/3)–(12/9)
М. Естімейт 5925716	20	76,4 ± 1,85 ²	17,0 ± 0,70	25,0 ± 0,75
Н. Альфонс 353588796	21	69,7 ± 2,37	16,2 ± 0,84	23,8 ± 0,61
Х. Р. Артист 6284191	24	79,0 ± 1,35 ³	17,2 ± 1,00	24,1 ± 1,09
Ф. Коунтрі 6505858	40	77,9 ± 1,56 ³	17,0 ± 0,58	25,5 ± 0,67
М. Нірвана 101709244	43	82,3 ± 0,87 ³	18,3 ± 0,69 ¹	26,9 ± 0,56 ²
Х. Хадлі 123055802	43	76,6 ± 0,86 ³	17,6 ± 0,34	27,1 ± 0,45 ³
Флам 112302008	46	79,0 ± 1,20 ³	17,3 ± 0,75	27,8 ± 0,72 ³
Б. Бюік 10789585	59	80,0 ± 1,05 ³	18,1 ± 0,61 ¹	28,6 ± 0,59 ³
В. Х. Маркос 131801949	75	78,0 ± 0,86 ³	17,8 ± 0,50	27,4 ± 0,56 ³
М. В. Тахое 8189401	80	80,1 ± 0,86 ³	18,4 ± 0,46 ¹	27,7 ± 0,42 ³
В. Астрономер 2160438	81	68,9 ± 1,57	15,1 ± 1,32	25,1 ± 1,15

Примітка: різниця з найменшим груповим значенням достовірна у ступені ¹ – P < 0,05, ² – P < 0,01, ³ – P < 0,001.

Таблиця 2 – Господарсько корисні ознаки корів напівсестер за батьком

Кличка і номер батька	Середньодобовий приріст (г) у віці (місяців):		Жива маса у 18 міся- ців, кг	Продуктивність за 305 дів 1 лактації:				
	0–12	12–18		надій, кг	молочний жир		молочний білок	
					%	кг	%	кг
М. Естімейт 5925716	669±5,1	526±14,8	376±2,7	6828±169,6 ³	3,77±0,015 ³	257±6,6 ³	3,32±0,007 ³	227±5,7
Н. Альфонс 353588796	659±12,3	578±14,6 ³	384±4,9 ¹	7595±347,0 ³	3,77±0,015 ³	286±12,5 ³	3,34±0,008 ³	253±11,3 ³
Х. Р. Артист 6284191	679±8,4	558±11,7 ³	385±3,8 ²	6584±176,5 ³	3,73±0,004 ³	246±6,7 ³	3,29±0,007 ³	217±6,0 ³
Ф. Коунтрі 6505858	667±11,4	530±10,8 ¹	377±5,4	6526±130,3 ³	3,74±0,010 ³	244±4,9 ³	3,30±0,004 ³	216±4,3 ³
М. Нірвана 101709244	700±3,0 ²	585±18,7 ³	399±3,8 ³	6218±180,1 ³	3,71±0,004	230±6,7 ³	3,33±0,006 ³	207±6,0 ³
Х. Хадлі 123055802	666±4,3	545±7,7 ³	378±1,4 ¹	6087±125,1 ³	3,72±0,007	226±4,7 ³	3,30±0,005 ³	201±4,1 ³
Флам 112302008	709±5,0 ³	521±9,9	392±1,9 ³	5697±156,9	3,75±0,010 ³	214±5,9 ³	3,31±0,004 ³	188±5,2
Б. Бюік 10789585	708±5,5 ³	523±11,4 ²	392±2,0 ³	6508±125,5 ³	3,78±0,010 ³	246±4,9 ¹	3,30±0,004 ³	215±4,1 ³
В. Х. Маркос 131801949	698±4,3 ²	530±8,8	390±2,0 ³	6153±148,4 ³	3,73±0,007 ³	230±5,6 ³	3,32±0,004 ³	204±5,0 ³
М. В. Тахое 8189401	717±3,9 ³	500±6,5	391±1,2 ³	5295±132,1	3,73±0,007 ³	197±4,9	3,30±0,003 ³	175±4,4
В. Астрономер 2160438	685±8,3	505±19,0	367±4,2	6602±134,5 ³	3,70±0,004	244±5,0 ³	3,23±0,005	213±4,4 ³

Вища інтенсивність росту та формування живої маси до річного віку у дочок зазначених бугаїв не супроводжується вищою молочною продуктивністю первісток. Вищим надоем (6828–7595 кг, що на 606–1373 кг вище за середнє, P < 0,001), виходом молочного жиру і білка (відповідно 257–286 кг і 227–253 кг, перевага над середніми 22–54 кг, P < 0,001) характеризуються дочки бугаїв М. Естімейта 5925716 і Н. Альфонса 353588796, жива маса яких у віці 18 місяців не перевищувала середній показник по вибірці. У дочок бугаїв-плідників з достовірно вищою інтенсивністю росту та формування живої маси Флама 112302008 і М. В. Тахое 8189401 молочно продуктивність за першу лактацію виявилася навпаки низькою – 5295–5697 кг молока, 197–214 кг молочного жиру і 175–215 кг молочного білка, що відповідно на 525–927 кг, 18–44 кг і 8–30 кг нижче за середнє. Тенденцій щодо зміни масової частки жиру і білка в молоці залежно від інтенсивності вирощування ремонтних телиць не виявлено. Їх величина коливалась у межах 3,70–3,78 % і 3,23–3,34 % відповідно. Порівняння молочної продуктивності груп напівсестер за батьком підтверджує раніше встановлену закономірність переваги за цими показниками корів з помірною інтенсивністю формування живої маси у період вирощування [54].

Дисперсійним аналізом встановлено (табл. 3), що походження за батьком зумовлює 24,4–43,6 % загальної фенотипової мінливості живої маси від народження до 18-місячного віку, 18,0–30,1 % – їх середньодобових приростів і 27,5–47,7 % – ознак молочної продуктивності за високої достовірності ($P < 0,001$) показників сили впливу, окрім інтенсивності формування живої маси у другому варіанті порівняння (6/3)–(9/6). Вплив батька на живу масу дочок і середньодобові прирости з віком знижується (жива маса – на 16,6 %, прирости – на 10,8 %), оскільки з віком на організм дочок посилюється вплив чинників довкілля. Серед ознак молочної продуктивності походження за батьком найсильніше впливає на масову частку білка в молоці ($\eta_x^2 = 47,7$ %). Відтак, поліпшення цієї ознаки у стаді істотно залежить від походження за батьком.

Таблиця 3 – Вплив походження за батьком на досліджувані ознаки корів

Досліджувана ознака			df		F	P	$\eta_x^2 \pm S.E., \%$
			факторіальне	випадкове			
Інтенсивність формування живої маси у віці (місяців):	(6/0)–(12/6)		105	755	2,56	<0,0001	26,3 $\pm$ 12,95
	(6/3)–(9/6)		105	755	0,94	0,6381	11,6 $\pm$ 13,72
	(6/3)–(12/9)		105	755	1,71	<0,0001	19,2 $\pm$ 13,39
Жива маса у віці (місяців):	новонароджені		105	755	5,56	<0,0001	43,6 $\pm$ 11,27
	3		105	755	4,19	<0,0001	36,8 $\pm$ 12,02
	6		105	755	4,65	<0,0001	39,3 $\pm$ 11,76
	9		105	755	4,10	<0,0001	36,3 $\pm$ 12,07
	12		105	755	2,41	<0,0001	25,1 $\pm$ 13,03
	15		105	726	2,23	<0,0001	24,4 $\pm$ 13,60
	18		105	720	2,53	<0,0001	27,0 $\pm$ 13,52
Середньодобовий приріст у віці (місяців):	0-3		105	755	3,09	<0,0001	30,1 $\pm$ 12,65
	3-6		105	755	2,92	<0,0001	28,8 $\pm$ 12,75
	6-9		105	755	1,58	0,0004	18,0 $\pm$ 13,45
	9-12		105	755	1,69	<0,0001	19,0 $\pm$ 13,40
	0-12		105	755	2,04	<0,0001	22,1 $\pm$ 13,23
	6-12		105	755	1,72	<0,0001	19,3 $\pm$ 13,39
	12-18		105	720	2,12	<0,0001	23,6 $\pm$ 13,77
За 305 діб першої лактації:	надій		103	697	2,76	<0,0001	29,0 $\pm$ 13,54
	молочний жир	%	103	697	2,56	<0,0001	27,5 $\pm$ 13,66
		кг	103	697	2,85	<0,0001	29,7 $\pm$ 13,48
	молочний білок	%	103	697	6,17	<0,0001	47,7 $\pm$ 11,42
		кг	103	697	2,76	<0,0001	29,0 $\pm$ 13,54

Отже, підбір бугаїв з помірною інтенсивністю формування живої маси дочок у період вирощування опосередковано сприяє підвищенню молочної продуктивності первісток.

Висновки. На інтенсивність росту і молочну продуктивність первісток істотно ($P < 0,001$) впливає походження за батьком, зокрема на живу масу до 1,5-річного віку цей вплив становить 24,4–43,6 %, середньодобові прирости – 18,0–30,1 %, на ознаки молочної продуктивності – 27,5–47,7 %.

Вищою молочною продуктивністю характеризуються групи первісток з низькою інтенсивністю росту до річного віку та дещо вищими середньодобовими приростами у період від 12 до 18-місячного віку (порівняно із середнім у стаді). У дослідженому стаді це дочки бугаїв М. Естімейта 5925716 і Н. Альфонса 353588796, середньодобовий приріст яких до 12-місячного віку був на рівні 659–669 г (середнє по вибірці 693 г), а у віці 12–18 місяців – 526–578 г (середнє 528 г). Дочки М. Естімейта 5925716 і Н. Альфонса 353588796 переважали ровесниць за надоем за 305 дів на 606–1373 кг ($P < 0,001$), кількістю молочного жиру – 25–54 кг ($P < 0,001$), молочного білка – на 22–48 кг ($P < 0,001$).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Brotherstone S., Goddard M. Artificial selection and maintenance of genetic variance in the global dairy cow population. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2005. Vol. 360 (1459). P. 1479–1488.
2. Invited review: Overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits / C. Egger-Danner et al. Animal. 2015. Vol. 9. P. 191–207.
3. Ставецька Р.В. Селекція молочної худоби за стійкістю до захворювань. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква: БНАУ, 2017. Вип. 1-2 (134). С. 90–100.

4. Miglior F., Muir B.L., Van Doormaal B.J. Select indices in Holstein cattle of various countries. *Journal of Dairy Science*. 2005. Vol. 88. P. 1255–1263.
5. Hammami H. Genotype by environment interaction in dairy cattle. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. 2009. Vol. 13. P. 155–164.
6. Osten-Sacken A. Selection indexes in dairy cattle breeding. *Przegląd Hodowlany*. 2005. Vol. 5. P. 9–12.
7. Зубець М.В., Рубан С.Ю. Система племінної роботи як засіб виробництва при формуванні порід, що відповідають вимогам ринку. Розведення і генетика тварин. 2010. Вип. 44. С. 3–10.
8. Majewska A., Czaja H., Wójcik P. Impact of father on the age of first calving and subsequent milk productivity of the Polish Black-and-White first-calf heifers. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego*. 2002. Vol. 62. P. 155–159.
9. Полупан Ю.П., Гавриленко М.С. Методика оцінки селекційно-генетичної ситуації у племінних стадах. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 8. 38 с.
10. Порхун М.Г., Копилов К.В., Бірюкова О.Д. Аналіз генотипів плідників симентальської породи банку генетичних ресурсів тварин. Розведення і генетика тварин. 2011. Вип. 45. С. 217–222.
11. Боднар П.В., Щербатий З.С., Павлів Б.А. Ефективність використання в стаді української чорно-рябої молочної породи бугаїв покращуючих порід чорно-рябої худоби. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*. Львів, 2009. Т. 11. № 2 (41). С. 20–24.
12. Van Tassel C.P., Van Vleck L.D. Estimates of genetic selection differentials and generation intervals for four paths of selection. *Journal of Dairy Science*. 1991. Vol. 74. P. 1078–1086.
13. Schaeffer L.R. Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 2006. Vol. 123 (4). P. 218–223.
14. Milk production and reproductive performance in primiparous cows sired by elite sires of bulls, proven AI bulls and young unproven AI bulls / K. Konsowicz et al. *Veterinarija ir zootechnika (Vet Med Zoot)*. 2015. T. 72 (94). P. 14–20.
15. Коваль Т.П. Бугаї-плідники та їх вплив на господарські корисні ознаки корів дочок напівсестер за батьком. Розведення і генетика тварин. 2017. Вип. 53. С. 124–130.
16. Вплив генетичних і паратипових чинників на господарсько корисні ознаки корів / Гладій М.В. та ін. Розведення і генетика тварин. 2014. Вип. 48. С. 48–61.
17. Базишина І.В. Формування господарсько корисних ознак молочної худоби залежно від походження за батьком, лінії та спорідненої групи. Розведення і генетика тварин: міжвід. темат. наук. зб. 2017. Вип. 53. С. 69–78.
18. Бабік Н.П. Вплив генотипових чинників на тривалість і ефективність довічного використання корів голштинської породи. Розведення і генетика тварин: міжвід. темат. наук. зб. 2017. № 53. С. 61–69.
19. Складенко Ю.І. Ефективність довічного використання корів залежно від генотипових факторів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2018. № 2. С. 103–105.
20. Пелехатий М.С., Кочук-Ященко О.А. Оцінка бугаїв за молочною продуктивністю і екстер'єрними особливостями дочок. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету*. Житомир, 2014. № 2. т. 3. С. 210–225.
21. Піддубна Л.М., Пелехатий М.С. Вплив генетичних факторів на продуктивність молочного стада. Сучасні проблеми селекції, розведення та генетики: зб. наук. праць ВНАУ. Вінниця, 2011. Вип. 8 (48). С. 38–44.
22. Іляшенко Г.Д., Полупан Ю.П. Вплив генетичних та паратипових чинників на молочну продуктивність корів української червоної та чорно-рябої молочних порід. *Вісник степу: Кіровоград*, 2009. Вип. 6. С. 129–136.
23. Ставецька Р.В., Рудик І.А. Вплив генотипових факторів на відтворні показники корів. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць*. Біла Церква: БНАУ, 2012. Вип. 7 (90). С. 39–43.
24. Даньків В.Я., Дяченко О.Б., Когут М.І. Продуктивність корів-первісток симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи залежно від походження за батьком. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 155–161.
25. Іляшенко Г.Д. Формування господарсько корисних ознак корів залежно від походження за батьком. Розведення і генетика тварин: міжвід. темат. наук. зб. 2017. Вип. 54. С. 50–58.
26. Бабік Н.П., Федорович Є.І., Федорович В.В. Тривалість та ефективність довічного використання корів молочних порід залежно від країни походження їх батька. Розведення і генетика тварин: міжвід. темат. наук. зб. 2017. Вип. 54. С. 19–29.
27. New breeding objectives and selection indices for the Australian dairy industry / Byrne T.J. et al. *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99. P. 8146–8167.
28. Johanson J.M., Berger P.J., Tsuruta S., Misztal I. A. Bayesian threshold-linear model evaluation of perinatal mortality, dystocia, birth weight, and gestation length in a Holstein herd. *Journal of Dairy Science*. 2011. Vol. 94. P. 450–460.
29. Coffey M.P., Hickey J., Brotherstone S. Genetic aspects of growth of Holstein-Friesian dairy cows from birth to maturity. *Journal of Dairy Science*. 2006. Vol. 89. P. 322–329.
30. Veerkamp R.F., Oldenbroek J.K., Van der Gaast H. J., Van der Werf J. H. J. Genetic correlation between days until start of luteal activity and milk yield, energy balance and live weights. *Journal of Dairy Science*. 2000. Vol. 83. P. 577–583.
31. Lassen J., Løvendahl P. Heritability estimates for enteric methane emissions from Holstein cattle measured using noninvasive methods. *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99. P. 1959–1967.
32. Tong Yin., Sven König. Genetic parameters for body weight from birth to calving and associations between weights with test-day, health, and female fertility traits. *Journal of Dairy Science*. 2018. Vol. 101. Issue 3. P. 2158–2170.
33. Rahman S.M.A., Bhuiyan M.S.A., Bhuiyan A.K.F. H. Effects of genetic and non-genetic factors on growth traits of high yielding dairy seed calves and genetic parameter estimates. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 2015. Vol. 2 (4). P. 450–457.
34. Brotherstone S., Coffey M.P., Banos G. Genetic parameters of growth in dairy cattle and associations between growth and health traits. *Journal of Dairy Science*. 2007. Vol. 90 (1). P. 444–450.

35. Veerkamp R.F. Selection for economic efficiency of dairy cattle using information on live weight and feed intake: A review. *Journal of Dairy Science*. 1998. Vol. 81. P. 1109–1119.
36. Swali A., Wathes D.C. Influence of the dam and sire on size at birth and subsequent growth, milk production and fertility in dairy heifers. *Theriogenology*. 2006. Vol. 66 (5). P. 1173–1184.
37. Rahbar R., Abdollahpour R., Sefidmazgi A.S. Effect of calf birth weight on milk production of Holstein dairy cattle in desert climate. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2016. Vol. 4. № 3. P. 65–70.
38. Ghoraihy S.H., Rokouei M. Impact of birth weight of Iranian Holstein calves on their future milk production and reproductive traits. *Journal of Livestock Science and Technologies*. 2013. Vol. 1. P. 39–44.
39. Druet T., Jaffrézic F., Boichard D., Ducrocq V. Modeling lactation curves and estimation of genetic parameters for first lactation test-day records of French Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2003. Vol. 86. P. 2480–2490.
40. Karacaören B., Jaffrézic F., Kadarmideen H.N. Genetic parameters for functional traits in dairy cattle from daily random regression models. *Journal of Dairy Science*. 2006. Vol. 89. Issue 2. P. 791–798.
41. Хмельничий Л.М., Лобода В.П. Вплив популяційно-генетичних та паратипових чинників на ознаки молочної продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського національного аграрного університету, серія «Тваринництво»*. 2015. Вип. 2 (27). С. 27–31.
42. Підпала Т.В., Зайцев Є.М. Селекційно-генетичні параметри молочної продуктивності голштинської породи. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 2. С. 206–211.
43. Strabel T., Misztal I. Genetic parameters for first and second lactation milk yields of Polish Black and White cattle with random regression test-day models. *Journal of Dairy Science*. 1999. Vol. 82. P. 2805–2810.
44. Method R Estimates of Heritability and Repeatability for Milk, Fat and Protein Yields of Japanese Holstein / Pereira J. A. C. et al. *Animal Science Journal*. 2001. Vol. 72 (5). P. 372–377.
45. Uribe H., González H., Gatica C. Genetic parameter estimation to milk yield and fat and protein yield deviated from 3% of concentration in milk, in dairy herds of southern Chile. *Austral Journal of Veterinary Sciences*. 2017. Vol. 49. № 2. P. 71–76.
46. Lembeye F., López-Villalobos N., Burke J.L., Davis S.R. Estimation of genetic parameters for milk yield traits at different herd production levels in cows milked once or twice daily in New Zealand. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production*. 2016. Vol. 76. P. 49–53.
47. Rincón F.J., Zambrano A.J., Echeverri J. Estimation of genetic and phenotypic parameters for production traits in Holstein and Jersey from Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 2015. Vol. 20. P. 4962–4973.
48. Ilatsia E.D., Muasya T.K., Muhuyi W.B., Kahi A.K. Genetic and phenotypic parameters and annual trends for milk production and fertility traits of the Sahiwal cattle in semi-arid Kenya. *Tropical Animal Health and Production*. 2007. Vol. 39. Issue 1. P. 37–48.
49. Буюкчу Г.І., Дудок А.Р., Буюкчу М.І., Тараненко С.В. Оцінка селекційної ситуації в популяції молочної худоби південного регіону України. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2014. Вип. 7. С. 77–82.
50. Olori V.E., Hill W.G., McGuirk B.J., Brotherstone S. Estimating variance components for test day milk records by restricted maximum likelihood with a random regression animal model. *Livestock Production Science*. 1999. Vol. 61. P. 53–63.
51. Jamrozik J., Schaeffer L.R. Estimates of genetic parameters for a test day model with random regressions for yield traits of first lactation Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 1997. Vol. 80. P. 762–770.
52. Програма селекційно-племінної і технологічної роботи в стадах великої рогатої худоби приватної агрофірми «Єрчики» Житомирської області до 2020 року / Пелехатий М.С. та ін. Житомир: Полісся, 2011. 76 с
53. Свечин Ю. К. Скороспелость животных и прогнозирование их продуктивности в раннем возрасте. *Животноводство*. 1979. № 11. С. 56–58.
54. Полупан Ю.П., Сіряк В.А. Вплив інтенсивності формування на живу масу телиць і молочну продуктивність корів. *Розведення і генетика тварин*. 2019. Вип. 57. С. 111–125.

REFERENCES

1. Brotherstone, S., Goddard, M. (2005). Artificial selection and maintenance of genetic variance in the global dairy cow population. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 360 (1459), pp. 1479–1488.
2. Egger-Danner, C., Cole, J.B., Pryce, J.E., Gengler, N., Heringstad, B., Bradley, A., Stock, K. F. (2015). Invited review: Overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits. *Animal*. Vol. 9, pp. 191–207.
3. Stavetska, R.V. (2017). Seleksiia molochnoi khudoby za stiikistiu do zakhvoriuvan [Selection of dairy cattle for disease resistance]. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnystva* [Animal husbandry products production and producing]. Bila Tserkva, Vol. 1–2 (134), pp. 90–100.
4. Miglior, F., Muir, B.L., Van Doormaal, B.J. (2005). Select indices in Holstein cattle of various countries. *J Dairy Sci*. Vol. 88, pp. 1255–1263.
5. Hammami, H. (2009). Genotype by environment interaction in dairy cattle. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. Vol. 13, pp. 155–164.
6. Osten-Sacken, A. (2005). Selection indexes in dairy cattle breeding. *Przegląd Hodowlany*. Vol. 5, pp. 9–12.
7. Zubets, M.V., Ruban, S.Yu. (2010). Systema plemynnoi roboty yak zasib vyrobnytstva pry formuvanni porid, shcho vidpovidaiut vymoham rynku [Breeding system as a way of breeds' formation that correspondent to market requirements]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Animal breeding and genetics]. Issue 4, pp. 3–10.
8. Majewska, A., Czaja, H., Wójcik, P. (2002). Impact of father on the age of first calving and subsequent milk productivity of the Polish Black-and-White first-calf heifers. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego*. Vol. 62, pp. 155–159.
9. Polupan, Yu.P., Havrylenko, M.S. (2008). Metodyka otsinky selektsiino-henetychnoi sytuatsii u plemynnykh stadakh [Methods of estimation of breeding-genetic situation in breeding herds]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of agrarian science]. no. 8, 38 p.

10. Porkhun, M.H., Kopylov, K.V., Biriukova, O.D. (2011). Analiz henotypiv plidnykiv symental'skoi porody banku henetychnykh resursiv tvaryn [Analysis of genotypes of Simmental sires in the Animal Genetic Resources Bank]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Animal breeding and genetics]. Issue 45, pp. 217–222.
11. Bodnar, P.V., Shcherbatyi, Z.Ye., Pavliv, B.A. (2009). Efektyvnist vykorystannia v stadi ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody buhaiv pokrashchuiuchykh porid chorno-riaboi khudoby [Efficiency of using of high-productive sires of black and white dairy cattle in a herd of Ukrainian black and white dairy breed]. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Hzhyskoho* [Scientific Bulletin of the LNUVMB named after S.Z. Hzhyskyi]. Lviv, Vol. 11, no. 2 (41), pp. 20–24.
12. Van Tassel, C.P., Van Vleck, L.D. (1991). Estimates of genetic selection differentials and generation intervals for four paths of selection. *J Dairy Sci.* Vol. 74, pp. 1078–1086.
13. Schaeffer, L.R. (2006). Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. *J Anim. Breeding and Genetics.* Vol. 123 (4), pp. 218–223.
14. Konsowicz, K., Pogorzelska, J., Miciński, J., Sobotka, W., Matusevicius, P., Jatkowska A., Bermagambetowa, N., Kobzhassarov, T. (2015). Milk production and reproductive performance in primiparous cows sired by elite sires of bulls, proven AI bulls and young unproven AI bulls. *Veterinarija ir zootechnika (Vet Med Zoot).* Vol. 72 (94), pp. 14–20.
15. Koval, T.P. (2017). Buhai-plidnyky ta yikh vplyv na hospodarsky korysni oznaky koriv dochok napivsester za batkom [Bulls and their influence on the economically important traits of daughters]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Animal breeding and genetics]. Issue 53, pp. 124–130.
16. Hladii, M.V., Polupan, Yu.P., Bazyshyna, I.V., Bezrutenko, I.M., Polupan, N.L. (2014). Vplyv henetychnykh i paratypovykh chynnykiv na hospodarsky korysni oznaky koriv [Influence of genetic and environmental factors on economically important traits of cows]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Animal breeding and genetics]. Issue 48, pp. 48–61.
17. Bazyshyna I.V. (2017). Formuvannia hospodarsky korysnykh oznak molochnoi khudoby zalezno vid pokhodzhennia za batkom, liniu ta sporidnenoii hrupu [Formation of economically important traits of dairy cattle depending on their fathers origin, line and related group]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Animal breeding and genetics]. Issue 53, pp. 69–78.
18. Babik, N. P. (2017). Vplyv henotypovykh chynnykiv na tryvalist i efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv holshynskoi porody [Influence of genotypic factors on the duration and effectiveness of lifetime use of Holstein cows]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn: mizhvid. temat. nauk. zb.* [Animal breeding and genetics: interagency thematic scientific collection]. no. 53, pp. 61–69.
19. Skliarenko, Yu.I. (2018). Efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv zalezno vid henotypovykh faktoriv [The effectiveness of lifetime use of cows, depending on genotype factors]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. Poltava, no. 2, pp. 103–105.
20. Pelekhatyi, M.S., Kochuk-Yashchenko, O.A. (2014). Otsinka buhaiv za molochnoi produktyvnistiu i eksteriernymi osoblyvostiami dochok [Evaluation of milk productivity and exterior traits of bulls daughters]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu* [Bulletin of Zhytomyr National Agro-Ecological University]. Zhytomyr, no. 2 (3), pp. 210–225.
21. Piddubna, L.M., Pelekhatyi, M. S. (2011). Vplyv henetychnykh faktoriv na produktyvnist molochnoho stada [Influence of genetic factors on milk productivity in herd]. *Suchasni problemy selektsii, rozvedennia ta henetyky: zbirnyk naukovykh prats VNAU* [Modern problems of selection, breeding and genetics: collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University]. Vinnytsia, Issue 8 (48), pp. 38–44.
22. Iliashenko, H.D., Polupan, Yu.P. (2009). Vplyv henetychnykh ta paratypnykh chynnykiv na molochnu produktyvnist koriv ukrainskoi chervonoii ta chorno-riaboi molochnykh porid [Influence of genetic and environmental factors on milk productivity of cows of Ukrainian red and Ukrainian black and white dairy breeds]. *Visnyk stepu* [Steppe Bulletin]. Kirovohrad, Issue 6, pp. 129–136.
23. Stavetska, R.V., Rudyk, I.A. (2012). Vplyv henotypovykh faktoriv na vidtvorni pokaznyky koriv [Influence of genotype factors on reproductive performance of cows]. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynnytstva* [Animal husbandry products production and producing]. Bila Tserkva, Issue 7 (90), pp. 39–43.
24. Dankiv, V.Ya., Diachenko, O.B., Kohut, M.I. (2018). Produktyvnist koriv-pervistok symental'skoi kombinovanoi (molochno-miasnoi) porody zalezno vid pokhodzhennia za batkom [Productivity of primiparous cows of the Simmental combined (dairy and beef) breed, depending on their fathers' origin]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo* [Foothill and mountain agriculture and stockbreeding]. Issue 64, pp. 155–161.
25. Iliashenko, H.D. (2017). Formuvannia hospodarsky korysnykh oznak koriv zalezno vid pokhodzhennia za batkom [Forming of economically important traits of cows depending on their fathers' origin]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Animal breeding and genetics]. Issue 54, pp. 50–58.
26. Babik, N.P., Fedorovych, Ye.I., Fedorovych, V.V. (2017). Tryvalist ta efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv molochnykh porid zalezno vid krainy pokhodzhennia yikh batka [The duration and effectiveness of the lifetime use of dairy cows, depending on their father's country of origin]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Animal breeding and genetics]. Issue 54, pp. 19–29.
27. Byrne, T.J., Santos, B.F.S., Amer, P.R., Martin-Collado, D., Pryce, J.E., Axford M. (2016). New breeding objectives and selection indices for the Australian dairy industry. *J Dairy Sci.* Vol. 99, pp. 8146–8167.
28. Johanson, J.M., Berger, P.J., Tsuruta, S., Misztal, I.A. (2011). Bayesian threshold-linear model evaluation of perinatal mortality, dystocia, birth weight, and gestation length in a Holstein herd. *J Dairy Sci.* Vol. 94, pp. 450–460.
29. Coffey, M.P., Hickey, J. Brotherstone, S. (2006). Genetic aspects of growth of Holstein-Friesian dairy cows from birth to maturity. *J Dairy Sci.* Vol. 89, pp. 322–329.
30. Veerkamp, R.F., Oldenbroek, J.K., Van der Gaast, H.J., Van der Werf, J.H.J. Genetic correlation between days until start of luteal activity and milk yield, energy balance and live weights. *J Dairy Sci.* Vol. 83, pp. 577–583.
31. Lassen, J., Løvendahl, P. (2016). Heritability estimates for enteric methane emissions from Holstein cattle measured using noninvasive methods. *J Dairy Sci.* Vol. 99, pp. 1959–1967.

32. Tong Yin, Sven König. (2018). Genetic parameters for body weight from birth to calving and associations between weights with test-day, health, and female fertility traits. *J Dairy Sci.* Vol. 101, Issue 3, pp. 2158–2170.
33. Rahman, S.M.A., Bhuiyan, M.S.A., Bhuiyan, A.K.F.H. (2015). Effects of genetic and non-genetic factors on growth traits of high yielding dairy seed calves and genetic parameter estimates. *J Advanced Vet. and Anim. Res.* Vol. 2 (4), pp. 450–457.
34. Brotherstone, S., Coffey, M.P., Banos, G. (2007). Genetic parameters of growth in dairy cattle and associations between growth and health traits. *J Dairy Sci.* Vol. 90 (1), pp. 444–450.
35. Veerkamp, R.F. (1998). Selection for economic efficiency of dairy cattle using information on live weight and feed intake: A review. *J Dairy Sci.* Vol. 81, pp. 1109–1119.
36. Swali, A., Wathes, D.C. (2006). Influence of the dam and sire on size at birth and subsequent growth, milk production and fertility in dairy heifers. *Theriogenology.* Vol. 66 (5), pp. 1173–1184.
37. Rahbar, R., Abdollahpour, R., Sefidmazi, A. S. (2016). Effect of calf birth weight on milk production of Holstein dairy cattle in desert climate. *J Anim. Behaviour and Biometeorology.* Vol. 4, no. 3, pp. 65–70.
38. Ghorai, S.H., Rokouei, M. (2013). Impact of birth weight of Iranian Holstein calves on their future milk production and reproductive traits. *J. Livestock Sci. and Tech.* Vol. 1, pp. 39–44.
39. Druet, T., Jaffrézic, F., Boichard, D., Ducrocq, V. (2003). Modeling lactation curves and estimation of genetic parameters for first lactation test-day records of French Holstein cows. *J Dairy Sci.* Vol. 86, pp. 2480–2490.
40. Karacaören, B., Jaffrézic, F., Kadarmideen, H.N. (2006). Genetic parameters for functional traits in dairy cattle from daily random regression models. *J Dairy Sci.* Vol. 89, Issue 2, pp. 791–798.
41. Khmelnychi, L.M., Loboda, V.P. (2015). Vplyv populatsiino-henetychnykh ta paratypovykh chynnykiv na oznaky molochnoi produktyvnosti koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Influence of population-genetic and environmental factors on traits of dairy productivity of cows of Ukrainian red and white dairy breed]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu, seriya "Tvarynytstvo"* [Bulletin of Sumy National Agrarian University, series "Animal husbandry"]. Issue 2 (27), pp. 27–31.
42. Pidpala, T.V., Zaitsev, Ye.M. (2017). Seleksiino-henetychni parametry molochnoi produktyvnosti holshtynskoi porody [Selection and genetic parameters of dairy productivity of Holstein breed]. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii* [Agrarian science and food technology]. Issue 2, pp. 206–211.
43. Strabel, T., Misztal, I. (1999). Genetic parameters for first and second lactation milk yields of Polish Black and White cattle with random regression test-day models. *J Dairy Sci.* Vol. 82, pp. 2805–2810.
44. Pereira, J.A.C., Suzuki, M., Hagiya, K., Yoshizawa, T., Tsuruta, S., Misztal, I. (2001). Method R Estimates of Heritability and Repeatability for Milk, Fat and Protein Yields of Japanese Holstein. *Anim. Sci. J.* Vol. 72 (5), pp. 372–377.
45. Uribe, H., González, H., Gatica, C. (2017). Genetic parameter estimation to milk yield and fat and protein yield deviated from 3% of concentration in milk, in dairy herds of southern Chile. *Austral J Vet. Sci.* Vol. 49, no. 2, pp. 71–76.
46. Lembeye, F., López-Villalobos, N., Burke, J. L., Davis, S. R. (2016). Estimation of genetic parameters for milk yield traits at different herd production levels in cows milked once or twice daily in New Zealand. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production.* Vol. 76, pp. 49–53.
47. Rincón, F.J., Zambrano, A.J., Echeverri, J. (2015). Estimation of genetic and phenotypic parameters for production traits in Holstein and Jersey from Colombia. *Revista MVZ Córdoba.* Vol. 20, pp. 4962–4973.
48. Ilatsia, E.D., Muasya, T.K., Muhuyi, W.B., Kahi, A.K. (2007). Genetic and phenotypic parameters and annual trends for milk production and fertility traits of the Sahiwal cattle in semi-arid Kenya. *Tropical Anim. Health and Production.* Vol. 39, Issue 1, pp. 37–48.
49. Buiuklu, H.I., Dudok, A.R., Buiuklu, M.I., Taranenko, S.V. (2014). Otsinka seleksiinoi sytuatsii v populatsii molochnoi khudoby pviddennoho rehionu Ukrainy [Assessment of breeding situation in dairy cattle population in southern region of Ukraine]. *Naukovyi visnyk "Askaniia-Nova"* [The scientific journal "Askaniia-Nova"]. Issue 7, pp. 77–82.
50. Olori, V.E., Hill, W.G., McGuirk, B.J., Brotherstone, S. (1999). Estimating variance components for test day milk records by restricted maximum likelihood with a random regression animal model. *Livestock Production Science.* Vol. 61, pp. 53–63.
51. Jamrozik, J., Schaeffer, L.R. (1997). Estimates of genetic parameters for a test day model with random regressions for yield traits of first lactation Holsteins. *J Dairy Sci.* Vol. 80, pp. 762–770.
52. Pelekhatyi, M.S., Didkivskiy, V.O., Piddubna, L.M., Volkivska, Z.V., Kaminska, H.A., Borodavko, Ye.P. (2011). Prohrama seleksiino-pleminnoi i tekhnolohichnoi roboty v stadakh velykoi rohatoi khudoby pryvatnoi ahrofirmy «Ierchyky» Zhytomyrskoi oblasti do 2020 roku [The program of breeding and technological work in cattle herds of private agricultural firm "Yerchiki" of Zhytomyr region till 2020]. *Zhytomyr: Polissia,* 76 p.
53. Svechin, Yu.K. (1979). Skorospelost zhivotnykh i prognozirovanie ih produktivnosti v rannem vozraste [Animal maturity and prediction of their productivity at an early age]. *Zhivotnovodstvo* [Livestock]. no. 11, pp. 56–58.
54. Polupan, Yu.P., Siriak, V.A. (2019). Vplyv intensyvnosti formuvannia na zhyvu masu telyt i molochnu produktyvnist koriv [Influence of intensity of formation on live weight of heifers and milk productivity of cows]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Animal breeding and genetics]. Issue 57, pp. 111–125.

Характеристика по росту и молочной продуктивности коров полусестер по отцу

Сиряк В.А., Полупан Ю.П., Ставецкая Р.В.

Доказано, что живая масса ремонтных телок, интенсивность ее формирования и молочная продуктивность первотелок зависят от происхождения по отцу. В частности, величина индекса формирования живой массы между группами полусестер колеблется от 68,9 до 82,3 (при сравнении возрастных периодов 6–0 и 12–6 месяцев), от 15,1 до 18,4 (6–3 и 9–6 месяцев), от 23,8 до 28,6 (6–3 и 12–9 месяцев); среднесуточные приросты в возрасте 0–12 месяцев – от 659 до 717 г, 12–18 месяцев – от 500 до 585 г; живая масса в возрасте 12 месяцев – от 367 до 399 кг; удой за 305 суток –

от 5295 до 7595 кг, процент жира в молоке – от 3,70 до 3,78 %, белка – от 3,23 до 3,34 %, количество молочного жира – от 197 до 286 кг, молочного белка – от 175 до 253 кг.

Независимо от способа определения индекса формирования живой массы, более высокой интенсивностью характеризуются дочери быков-производителей М. Нирваны 101709244 (82,3; 18,3; 26,9 соответственно), Б. Бьюика 10789585 (80,0; 18,1; 28,6) и М. В. Тахое 8189401 (80,1; 18,4; 27,7). Установлены различия ($P < 0,001$) по величине среднесуточного прироста дочерей быков в возрасте 0–12 и 12–18 месяцев. В возрасте 0–12 месяцев более высокие среднесуточные приросты показали дочери быков М.В. Тахое 8189401, Фламма 112302008 и Б. Бьюика 10789585 (в среднем 711 г), в возрасте 12–18 месяцев – дочери М. Нирваны 101709244, Н. Альфонса 353588796, Х. Р. Артиста 6284191 и Х. Хадли 123055802 (в среднем 566 г).

Более высокая интенсивность роста ремонтных телок до 12-месячного возраста не сопровождается высокой молочной продуктивностью первотелок. Преимущество по удою (+606...+1373 кг, $P < 0,001$), выходу молочного жира (+25...+54 кг, $P < 0,001$) и молочного белка (+22...+48 кг, $P < 0,001$) наблюдается у дочерей быков-производителей М. Эстимейта 5925716 и Н. Альфонса 353588796, живая масса которых в возрасте 18 месяцев не превышала средний показатель по группе. Низкой молочной продуктивностью (–525...–927 кг молока по сравнению со средним, –18...–44 кг молочного жира и –8...–30 кг молочного белка) характеризуются дочери быков Фламма 112302008 и М. В. Тахое 8189401, у которых интенсивность роста и формирования живой массы были достоверно выше.

На основе однофакторного дисперсионного анализа установлено, что влияние происхождения по отцу на живую массу дочерей от рождения до 18-месячного возраста составляет 24,4–43,6 % от общей фенотипической изменчивости, на величину среднесуточных приростов – 27,5–47,7%, на признаки молочной продуктивности – 18,0–30,1 % при высокой достоверности ($P < 0,001$).

Ключевые слова: молочный скот, происхождения по отцу, полусестры, индекс формирования живой массы, молочная продуктивность, сила влияния.

Characteristics of half-siblings cows' by growth and milk productivity

Siriak V., Polupan Y., Stavetska R.

It is proved that the live weight of replacement heifers, the intensity of their formation and milk productivity in primiparous cows depends on father origin, in particular, the value of the index of live weight formation between groups of half-siblings ranges from 68,9 to 82,3 (for comparing ages 6–0 and 12–6 months), from 15,1 to 18,4 (6–3 and 9–6 months), from 23,8 to 28,6 (6–3 and 12–9 months); average daily growth rate in the age of 0–12 months – from 659 to 717 g, 12–18 months – from 500 to 585 g; live weight at the age of 12 months – from 367 to 399 kg; 305-day milk yield – from 5295 to 7595 kg, fat content in milk – from 3,70 to 3,78 %, protein content – from 3,23 to 3,34 %, milk fat – from 197 to 286 kg, milk protein – from 175 to 253 kg.

Regardless of the method of determining the index of live weight formation, the higher values of them had daughters of sires M. Nirvana 101709244 (82,3; 18,3; 26,9, respectively), B. Buick 10789585 (80,0; 18,1; 28,6) and M. W. Tahoe 8189401 (80,1; 18,4; 27,7). There were determined differences ($P < 0,001$) between half-siblings by the average daily growth at the age 0-12 and 12-18 months. At the age of 0-12 months, the higher average daily growths showed daughters of sires M. W. Tahoe 8189401, Flame 112302008 and B. Buick 10789585 (on average 711 g), aged 12–18 months – daughters of sires M. Nirvana 101709244, N. Alfons 353588796, H. R. Artist 6284191 and H. Hadley 123055802 (on average 566 g).

The higher intensity of growth of replacement heifers up to 12 months was not related to higher milk productivity in primiparous cows. The advantage of milk yield (+606...+1373 kg, $P < 0,001$), milk fat (+25...+54 kg, $P < 0,001$) and milk protein (+22...+48 kg, $P < 0,001$) was observed in daughters of sires M. Estimate 5925716 and N. Alfons 353588796, whose live weight at the age of 18 months did not exceed the average in the group. The low milk productivity (–525...–927 kg of milk compared to the average, –18...–44 kg of milk fat and –8...–30 kg of milk protein) were characterized for daughters of bulls Flame 112302008 and M. W. Tahoe 8189401, which had significantly higher intensity of growth and live weight formation.

Based on the variance analysis it was established that the effect of parentage on the live weight of cows from birth to 18 months was 24,4–43,6 % of the total phenotypic variation, the average daily growth rate – 27,5–47,7 %, traits of milk productivity – 18,0–30,1 % with a high probability ($P < 0,001$)

Key words: dairy cattle, parentage, half-siblings, the index of live weight formation, milk productivity, power of influence.

Надійшла 18.09.2019 р.



СИРЯК В.А., <https://orcid.org/0000-0003-1245-9161>

ПОЛУПАН Ю.П., <https://orcid.org/0000-0001-7609-2739>

СТАВЕЦЬКА Р.В., <https://orcid.org/0000-0003-0149-1908>

УДК 636.082.47.052

ЖИЖКА С.В.

ПОВОД М. Г.

Сумський національний аграрний університет

РІЧНА ДИНАМІКА ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЙОГО СТВОРЕННЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ СВИНОМАТОК І РІСТ ПРИПЛОДУ

Досліджено річну динаміку параметрів мікроклімату в приміщеннях для опоросу та лактації свиноматок за різних варіантів їх вентилявання і її вплив на продуктивні якості свиноматок та ріст їх приплоду. Враховуючи, що технологічна група лактуючих свиноматок, разом з якими утримуються поросята-сисуні, дуже чутлива до будь-яких змін кліматичних умов утримання та є основою для подальшої реалізації їх генетичного потенціалу, одним із головних питань утримання є правильний вибір системи створення мікроклімату. Встановлено, що впродовж року геотермальна система вентилявання приміщення за рахунок підігріву повітря в підземних шахтах та більш рівномірного його розподілу, яке здійснюється системою повітропроводів, дає змогу створити більш комфортні температурні умови утримання як для поросят, так і для свиноматок порівняно з традиційною системою вентиляції. Як традиційна, так і геотермальна системи вентилявання приміщень у цей період забезпечували оптимальний газовий склад повітря в приміщеннях та підтримували його в межах гранично допустимих концентрацій. Оптимальні показники вологості повітря в приміщеннях було досягнуто за обох систем створення мікроклімату в усі пори року, за винятком літньої. Влітку обидві системи вентиляції не змогли забезпечити оптимальної вологості повітря в приміщеннях. Кращі умови мікроклімату, що були створені геотермальною системою вентилявання в свинарнику для проведення опоросу, сприяли покращенню збереженості поросят на 1,05–2,03 % до відлучення, підвищенню індивідуальної маси на 2,87–9,83 %, маси гнізда – на 3,82–1,57 % при відлученні, та приросту живої маси поросят-сисунів на 8,12–5,9 г в усі пори року порівняно з традиційною системою.

Ключові слова: продуктивність, вентиляція, мікроклімат, повітря, температура, газовий склад, свиноматка, порося, багатоплідність, приріст, збереженість.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-43-54

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Сучасне виробництво продукції свинарства базується на індустріальних технологіях, що передбачають створення оптимального мікроклімату, ізольованого від природних умов [12]. Правильна вентиляція у свинарнику повинна починатися з обґрунтованого її проєкту, що допоможе в подальшому захистити поголів'я від недостатньої циркуляції повітря на фермі та накопичення шкідливих газів [9].

Результати численних досліджень [3, 16] свідчать, що господарства, де утримують тварин у приміщеннях з недотриманням норм умісту амоніаку, сірководню та вуглекислого газу в повітрі, зазнають численних втрат від зниження продуктивності тварин, збільшення рівня смертності (особливо поросят після народження та відлучення).

Утримання тварин в умовах незадовільного мікроклімату, як було неодноразово доведено науковцями [4, 5, 6], призводить до небажаних стресових ситуацій, погіршення конверсії корму, зниження природної резистентності та імунологічної реактивності до захворювань, підвищення витрат на енергоносії, скорочення тривалості продуктивного періоду життя у маточного поголів'я на 15–20 %. Температурний режим, що не відповідає нормі, негативно позначається на репродуктивній функції [15]. Створення належного мікроклімату в свинарнику впродовж усього періоду утримання є обов'язковою умовою не тільки для забезпечення доброго здоров'я тварин, а й максимальної реалізації їх генетичного потенціалу [2].

Крім того, незадовільні умови мікроклімату значно впливають на стан здоров'я обслуговуючого персоналу, скорочують термін експлуатації приміщень, обладнання та механізмів [8].

Мікроклімат тваринницьких приміщень характеризується швидкістю руху, відносною вологістю, сукупністю фізичного стану повітря, вмісту в ньому CO₂, NH₃, H₂S та його пиловою і мікробною забрудненістю [14].

Найбільш розповсюдженою системою створення мікроклімату є вентиляція негативного тиску (традиційна система) з витяжними вентиляторами та припливними клапанами, що рівномірно розміщені на стінах приміщення. Ця система є однією з найдешевших та найпростіших в обслуговуванні. Однак, враховуючи швидкі темпи розвитку технології, у промисловому свинарстві з'явилося багато альтернативних систем створення мікроклімату, які потребують більш

детального вивчення та порівняння ефективності з традиційною системою [1, 11, 13, 19, 20]. З огляду на це, порівняння впливу різних систем вентиляції на продуктивні якості лактуючих свиноматок і ріст поросят-сисунів є актуальним та потребує більш детального дослідження.

Мета дослідження – встановлення залежності відтворних якостей підсисних свиноматок та інтенсивності росту їх потомства залежно від систем створення мікроклімату в приміщенні для їх утримання.

Матеріал і методи дослідження. Матеріалом для досліджень слугували підсисні помісні свиноматки, отримані від схрещування порід ландрас × йоркшир ірландського походження та кнурів синтетичної термінальної лінії Максгро і їх приплід, яких утримували за двох різних систем регулювання мікроклімату – традиційної та геотермальної.

Дослідження проводили впродовж червня–грудня 2017 року та січня–листопада 2018 року на базі репродукторної ферми приватного підприємства «Сігма» в с. Степове Дніпропетровського району Дніпропетровської області. У кожен календарну пору року за методом пар аналогів з числа поросних свиноматок, яких утримували в ідентичних умовах у холостий та поросний періоди, було сформовано по дві групи тварин кількістю 50 голів кожна. Вибір тварин для дослідження проводили з урахуванням віку, маси та попередньої продуктивності.

Тварин контрольної групи було розміщено в приміщенні з вентиляцією негативного тиску (традиційною системою), повітрообмін за якої забезпечувався витяжними шахтними даховими вентиляторами та припливними клапанами, рівномірно встановленими на стінних приміщеннях. Їх аналогів з дослідної групи утримували в приміщенні з геотермальною вентиляцією негативного тиску, за якої підтримання мікроклімату здійснювалося за рахунок руху повітря через підземні повітропроводи, заповнені камінням різного розміру, та рівномірного його розподілу за рахунок перфорованих повітропроводів, розташованих над станками. Така система вентиляції базується на використанні стабільної температури глибокого шару ґрунту. Рух повітря здійснюється за рахунок розрідження, яке створюється витяжними даховими вентиляторами.

Повітря, що проходить тунелями під землею, в холодну пору отримує тепло від ґрунту, а в жарку пору, навпаки, охолоджується за рахунок стабільної температури на глибині 0,8–1,2 м.

Свиноматок контрольної та дослідної груп за п'ять діб до передбачуваного опоросу було переведено в дослідні секції, які містили по 48 однакових станків (по дві свиноматки–аналоги було видалено з кожної групи впродовж періоду очікування). Годівлю всіх тварин здійснювали сухими комбікормами власного виробництва, вона була повноцінною, збалансованою та ідентичною для всіх тварин.

Упродовж усього періоду дослідження щотижня в станках проводили заміри параметрів мікроклімату за загальноприйнятими методиками [14].

Вимірювання температури повітря та лігва у кожному із станків (у семи різних точках станка), а також температури шкіри свиноматки та поросят у трьох точках – з лівої сторони на лопатці, на животі та окості – здійснювали за допомогою пірометра Testo 805. Показники температури повітря та швидкості його руху вимірювали термоанемометром Testo 425м. Уміст газів амоніаку (NH_3), сірководню (H_2S), вуглекислого газу (CO_2) визначали газоаналізатором «ДОЗОР-С-М». Вологість повітря – термогігрометром Testo 605 на рівні лежання поросят (7 см), їх стояння (25 см) та на рівні дихальних шляхів дорослої людини (160 см). Вимірювання проводили двічі на добу – вранці і вдень.

Аналіз продуктивності свиноматок проводили за наступними показниками: багатоплідність, великоплідність та маса гнізда новонароджених поросят, кількість, збереженість, індивідуальна жива маса та маса гнізда поросят при відлученні. Інтенсивність їх росту вивчали за абсолютним, середньодобовим та відносним приростом живої маси.

Комплексне оцінювання відтворних якостей маточного поголів'я, яке утримувалось за різних систем підтримання мікроклімату, проводили за оціночним індексом, запропонованим М. Д. Березовським [7]:

$$I = B + 2W + 35G,$$

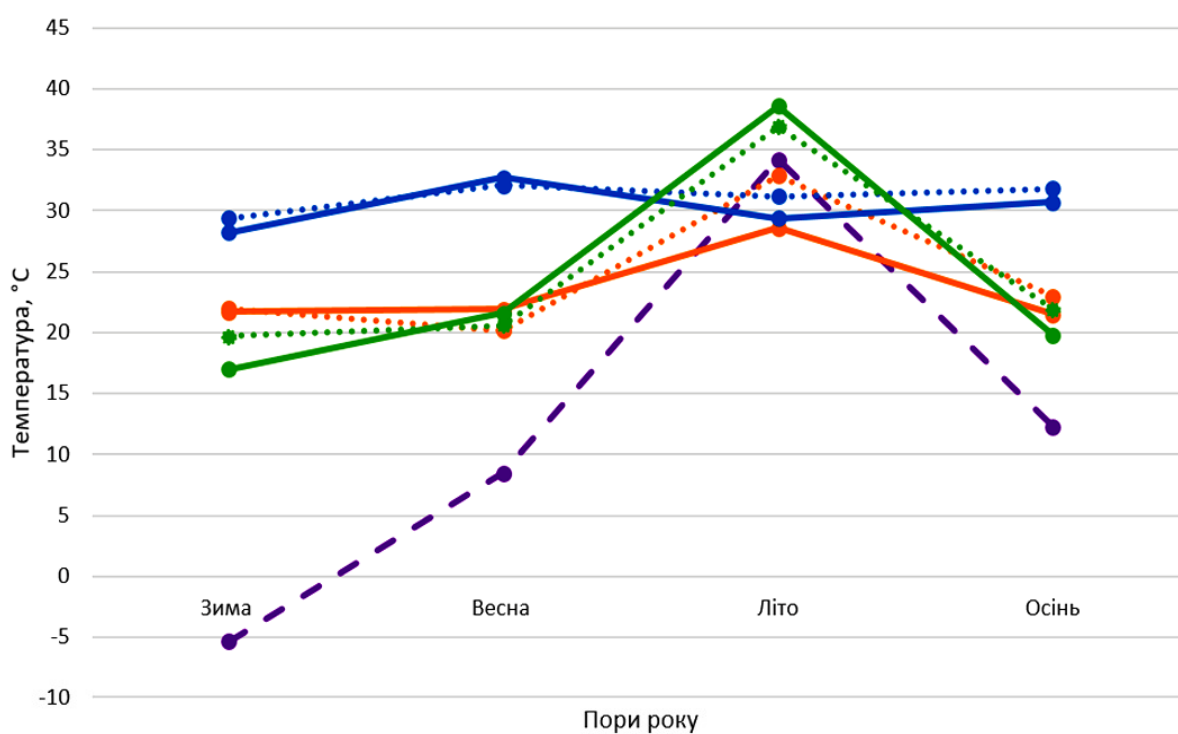
де B — кількість поросят при народженні, голів;

W — кількість відлучених поросят, голів;

G — середньодобовий приріст поросят до відлучення, кг.

Дані досліджень обробляли за допомогою комп'ютерної програми MS Excel.

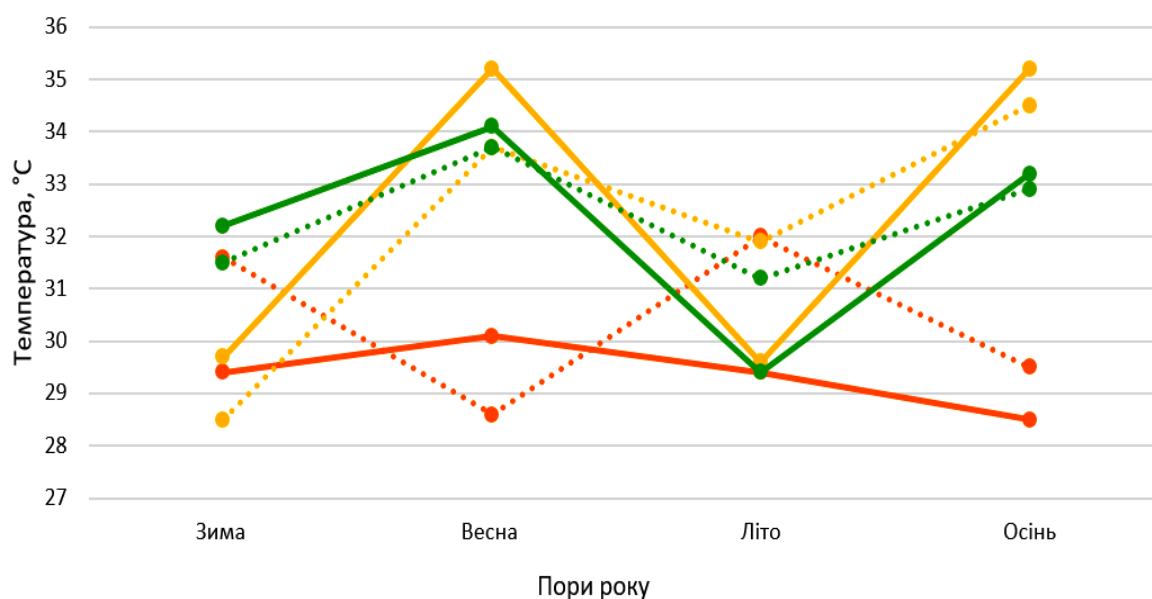
Результати дослідження та їх обговорення. Як видно з результатів дослідження параметрів мікроклімату (рис. 1), взимку та навесні обидві системи вентиляції забезпечували температурний режим у зоні життєдіяльності свиноматки на рівні 20,2–22,0 °С, що знаходиться в межах допустимих значень, рекомендованих відомчими нормами технологічного проектування (ВНТП – АПК 02.05. «Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)»). Восени температура повітря в зоні життєдіяльності свиноматки за традиційної системи повітрообміну перевершувала ($P < 0,001$) верхню норму рекомендованих ВНТП – 2005 значень на 1,0 °С, тимчасом за геотермальної системи підтримання мікроклімату цей показник становив 21,5 °С. Влітку обидві системи були неспроможні підтримувати оптимальний температурний режим. Водночас показник температури повітря в приміщенні для утримання дослідної групи був нижчим на 4,3 °С (13 %, $P < 0,001$) і становив 28,6 °С, тимчасом у контрольній групі він досягав 32,9 °С.



	Зима	Весна	Літо	Осінь
—●— Температура повітря зовні приміщення, °С	-5,3	8,5	34,2	12,3
...●... Контрольна група. Температура повітря у зоні життєдіяльності свиноматки, °С:	22	20,2	32,9	23
—●— Дослідна група. Температура повітря у зоні життєдіяльності свиноматки, °С:	21,7	21,9	28,6	21,5
...●... Контрольна група. Температура шкіри свиноматки, °С	29,4	32,1	31,2	31,8
—●— Дослідна група. Температура шкіри свиноматки, °С	28,2	32,7	29,4	30,7
...●... Контрольна група. Температура чавунної решітки, °С	19,7	20,6	36,9	21,9
—●— Дослідна група. Температура чавунної решітки, °С	17	21,6	38,6	19,8

Рис. 1. Динаміка змін температури повітря на рівні життєдіяльності свиноматки впродовж року за різних систем підтримання мікроклімату.

Температура решітчастої підлоги за геотермальної системи вентиляції виявилася вищою у весняний період на 1,0 °C ($P<0,01$) та літній на 1,7 °C ($P<0,05$), тимчасом восени і взимку вона була відповідно на 2,1 ($P<0,001$) та 2,7 °C ($P<0,001$) нижчою порівняно з традиційною системою.



Пори року

	Зима	Весна	Літо	Осінь
●●●●● Контрольна група. Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят, °C:	31,6	28,6	32	29,5
●●●●● Дослідна група. Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят, °C:	29,4	30,1	29,4	28,5
●●●●● Контрольна група. Температура лігва, °C	28,5	33,7	31,9	34,5
●●●●● Дослідна група. Температура лігва, °C	29,7	35,2	29,6	35,2
●●●●● Контрольна група. Температура шкіри поросят, °C	31,5	33,7	31,2	32,9
●●●●● Дослідна група. Температура шкіри поросят, °C	32,2	34,1	29,4	33,2

Рис. 2. Динаміка змін температури повітря в зоні життєдіяльності поросят упродовж року за різних систем підтримання мікроклімату.

Температура повітря в зоні життєдіяльності поросят була вірогідно нижчою в дослідному приміщенні порівняно з контрольним упродовж року, крім весни: на 2,6 °C ($P<0,001$) влітку; 1,0 °C ($P<0,05$) восени; 2,2 °C ($P<0,05$) взимку. Показник температури повітря в зоні життєдіяльності поросят був кращим за геотермальної системи та відповідав нормам ВНТП-АПК-02.05 в ці пори року, тимчасом за традиційної системи він перевищував норми ВНТП-АПК-02.05 взимку та влітку і знаходився на граничному рівні восени.

Навесні, за традиційної системи вентиляції, показник температури повітря в зоні життєдіяльності поросят був вірогідно нижчим на 1,5 °C (5,3 %, $P<0,001$) від аналогічного показника за геотермальної системи. За останньої він незначно перевищував рекомендовані норми ВНТП-АПК-02.05 (на 0,1 °C). Однак, як показали подальші дослідження, температура лігва та температура повітря в зоні життєдіяльності поросят не вплинула на температуру поверхні їх шкіри, відмінності за якою між тваринами обох груп були практично відсутніми.

Взимку та влітку обидві системи підтримання мікроклімату змогли забезпечити оптимальний температурний режим лігва поросят. Влітку краще з цим впоралася геотермальна система, за якої показник температури лігва поросят становив $29,6^{\circ}\text{C}$, що на $2,3^{\circ}\text{C}$ менше, ніж за традиційної системи ($P < 0,01$).

Навесні температура лігва поросят за обох систем створення мікроклімату перевищувала норму на $1,7^{\circ}\text{C}$ за традиційної системи вентиляції та на $3,2^{\circ}\text{C}$ ($P < 0,01$) за геотермальної. Восени спостерігали аналогічну тенденцію.

У літню пору року, як видно з рисунка 3, за рахунок сухого повітря ззовні, відносна його вологість всередині як контрольного, так і дослідного приміщень була нижчою за рекомендовані ВНТП-АПК-02.05 норми. При цьому в приміщенні з геотермальною вентиляцією, де утримували свиней дослідної групи, вона мала тенденцію до підвищення на $4,6\%$, що в дану пору року створювало більш комфортні умови для тварин.

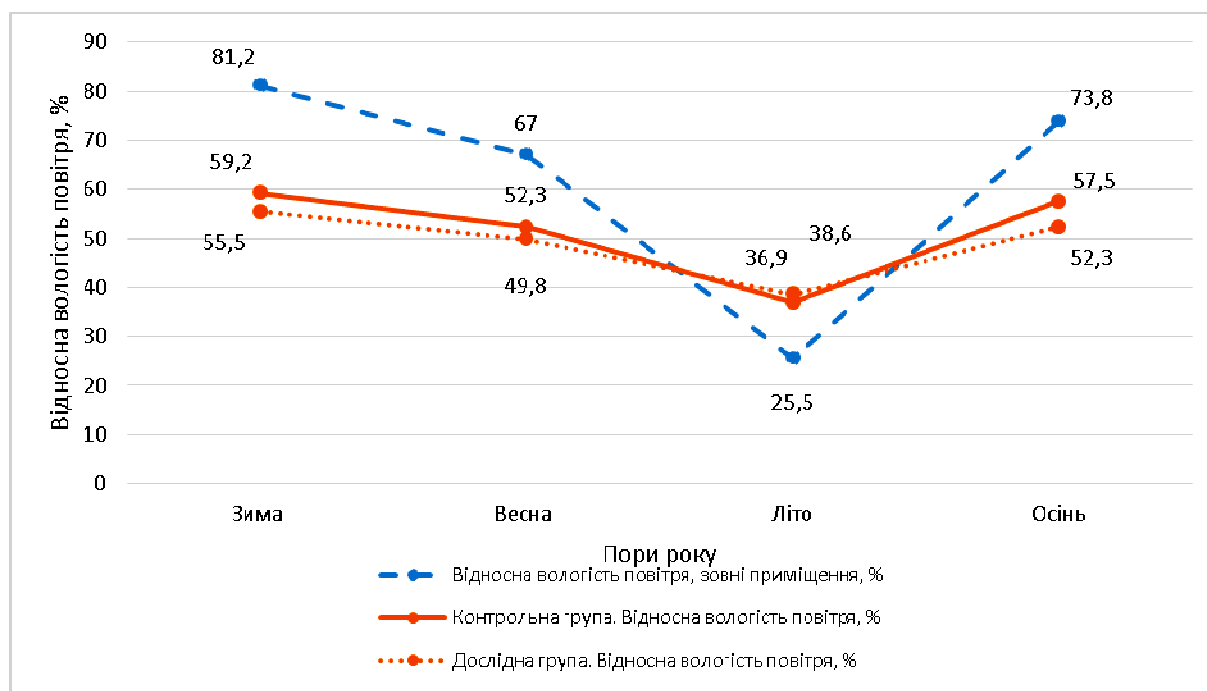


Рис. 3. Динаміка змін відносної вологості повітря впродовж року за різних систем підтримання мікроклімату.

У перехідні пори року показник відносної вологості знаходився в межах норми в обох приміщеннях.

Незважаючи на високу відносну вологість повітря зовні приміщення взимку – $81,2\%$, в обох групах її показник знаходився в межах рекомендованих норм. Однак у приміщенні з геотермальною вентиляцією спостерігали її вірогідне зниження на $3,7\%$ ($P < 0,001$).

Спираючись на ці дані, можна стверджувати, що геотермальна система повітрообміну забезпечувала комфортну вологість для поросят-сисунів у перехідні періоди і давала змогу підтримувати цей показник у межах допустимої норми взимку та максимально наблизити його до норми влітку. Водночас традиційна система підтримання мікроклімату, хоч і забезпечувала оптимальні параметри в усі пори року за винятком літнього, дещо поступалась ефективністю геотермальній.

За рахунок того, що за традиційної системи вентиляції повітря потрапляє безпосередньо в зону життєдіяльності свиней через стінні клапани, вплив швидкості його руху зовні приміщення на мікроклімат всередині був значно більший, ніж за геотермальної системи вентиляції в усі пори року.

Швидкість руху повітря восени (рис. 4) як в контрольному, так і в дослідному приміщеннях знаходилась у межах рекомендованих норм. У станках, які розташовано ближче до вентиляторів, швидкість руху повітря була суттєво вищою за обох типів вентиляції, але не виходила за межі, що рекомендовані в ВНТП-АПК-02.05.

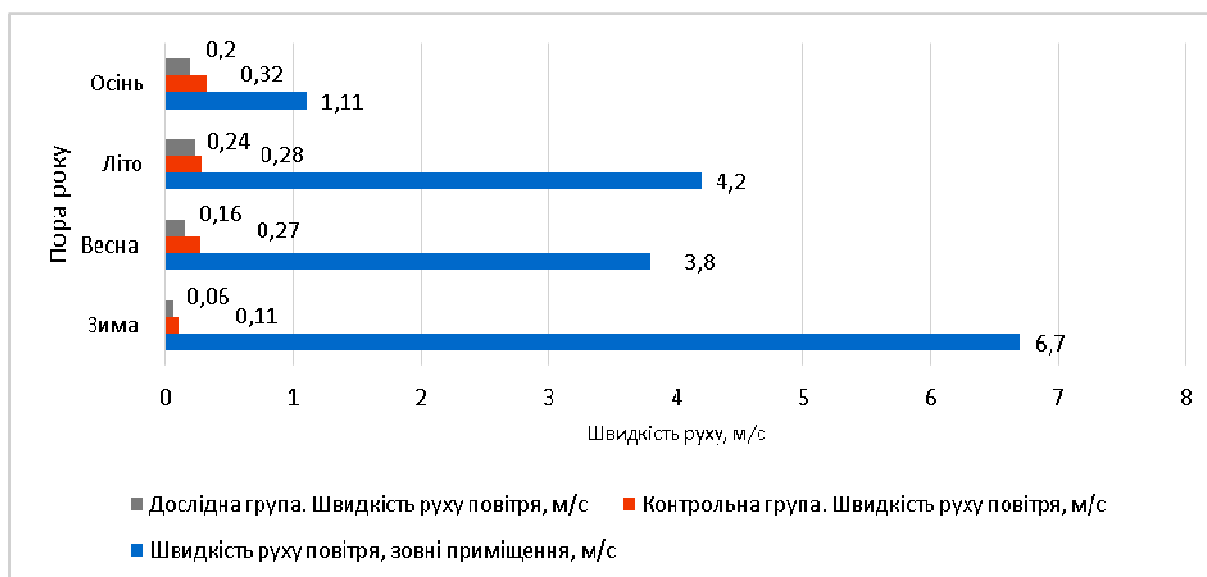


Рис. 4. Динаміка зміни швидкості руху повітря залежно від системи підтримання мікроклімату.

Взимку швидкість руху повітря за обох систем створення мікроклімату була досить низькою, що наприкінці підсисного періоду призводило до підвищення вмісту шкідливих газів у станках, які розташовано в кутах приміщень, за рахунок утворення застійних зон. При цьому середнє значення швидкості руху повітря у свинарнику з геотермальною системою вентиляції було нижчим на 0,04 м/с.

Влітку швидкість руху повітря в обох приміщеннях була низькою, однак відповідала загальноприйнятим нормам. При цьому в свинарнику з геотермальною системою вентиляції вона була нижчою на 0,04 м/с, або на 14,3 %.

Навесні швидкість руху повітря в дослідному приміщенні була вірогідно на 59 % ($P < 0,05$) нижчою завдяки особливостям системи вентиляції.

Як видно з рисунка 5, динаміка коливання вмісту NH_3 в обох приміщеннях упродовж року залежала як від пори року, так і від типу вентиляції.

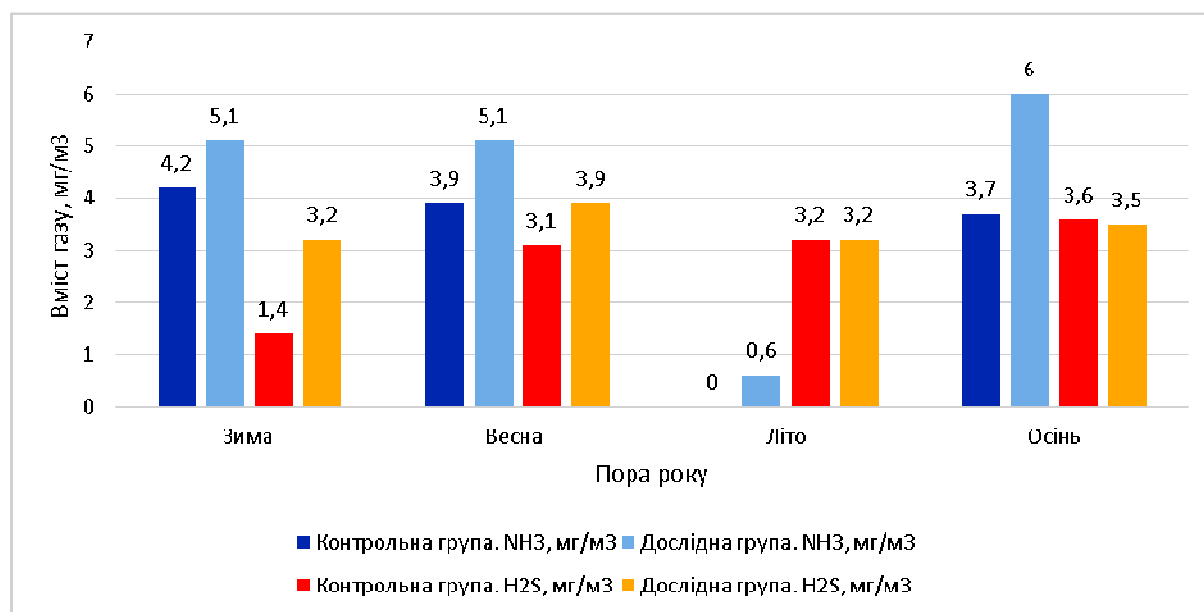


Рис. 5. Річна динаміка вмісту аміаку та сірководню за різних систем підтримання мікроклімату.

В усі пори року вміст амоніаку за обох типів вентиляції був значно нижчим рівня ГДК, однак у дослідному приміщенні перевищував показники контрольного.

Вміст H_2S у повітрі дослідного приміщення виявився в усі пори року вірогідно ($p < 0,001 - 0,01$) вищим порівняно з контрольним, крім осені, однак також знаходився значно нижче рівня гранично допустимої концентрації і мав чітку тенденцію до зростання з віком поросят.

Таким чином, вміст амоніаку та сірководню в повітрі дослідних приміщень залежали як від типу вентиляції, так і пори року.

Концентрація вуглекислого газу в дослідних приміщеннях також залежала від пори року та конструктивних особливостей вентиляції приміщень (рис. 6).

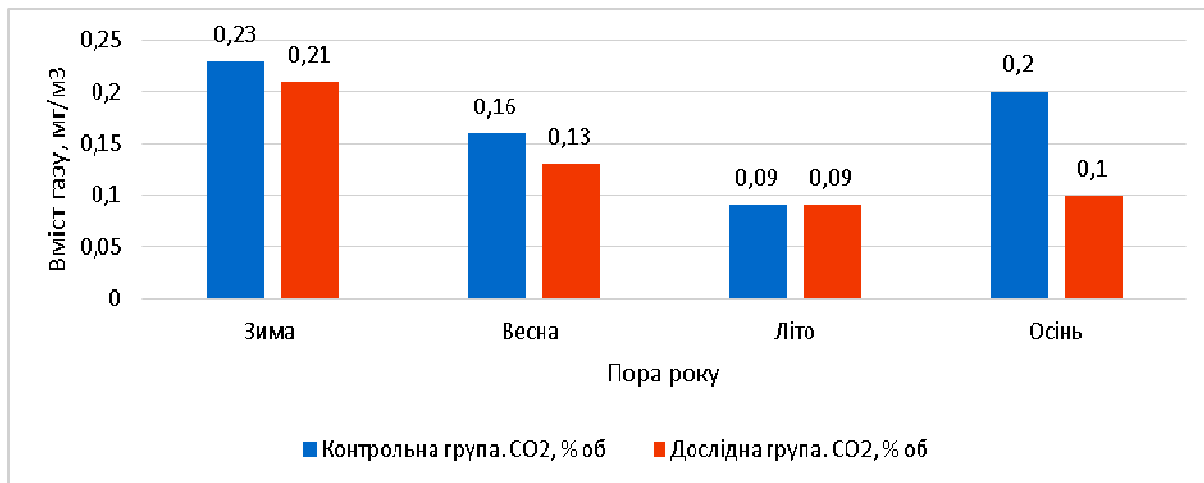


Рис. 6. Річна динаміка вмісту вуглекислого газу за різних систем підтримання мікроклімату.

Через малу швидкість руху повітря взимку вміст вуглекислого газу дещо перевищував ГДК в обох дослідних приміщеннях і зростав зі збільшенням живої маси поросят-сисунів. За гетермальної системи вентилявання він перевищував норму на 0,3 % об., тимчасом за традиційної – на 0,1 % об. Влітку обидві системи працювали однаково, забезпечивши в приміщеннях рівень CO_2 – 0,09 % об. У перехідні пори року цей показник знаходився в межах рекомендованих норм, однак за геотермальної системи був також вірогідно нижчим: на 0,03 % об. ($P < 0,001$) навесні, та на 0,1 % об. ($P < 0,001$) восени.

Створені умови утримання свиноматок (табл. 1) забезпечили достатній рівень їх продуктивності та інтенсивності росту поросят-сисунів.

Упродовж періоду досліджень не встановлено суттєвої різниці за показниками багатоплідності, великоплідності та маси гнізда поросят при народженні між групами поросят, яких утримували в приміщеннях за різних систем вентилявання.

Кількість поросят при відлученні в осінню пору року за геотермальної системи створення мікроклімату була на 3,17 % ($P < 0,01$) вищою порівняно з аналогами, яких утримували у приміщенні, де приплив повітря здійснювався за рахунок стінних клапанів.

Разом з тим, встановлено, що у свиноматок, яких утримували під час опоросу і лактації в дослідному приміщенні, показник збереженості був кращий на 1,05 % ($P < 0,001$) взимку, на 2,03 % ($P < 0,001$) навесні, на 1,5 % ($P < 0,001$) влітку та на 1,79 % ($P < 0,001$) восени порівняно з контрольним.

Більш комфортні умови утримання свиноматок дослідної групи, на нашу думку, сприяли покращенню їх апетиту і, як наслідок, збільшенню молочності, що, своєю чергою, сприяло підвищенню індивідуальної маси поросят до відлучення на 0,22 кг, або 2,87 % ($P < 0,05$) взимку; на 0,7 кг, або 9,83 % ($P < 0,001$) навесні; на 0,5 кг, або 7,2 % ($P < 0,001$) влітку; восени таке підвищення становило 0,49 кг, або 6,97 % ($P < 0,05$) порівняно з аналогами контрольної групи.

Вони також посприяли тому, що у свиноматок, яких утримували в приміщенні з гетермальною системою вентиляції, порівняно з аналогами, де використовували традиційну систему вентиляції, була більша маса гнізда поросят при відлученні в усі пори року: взимку на 3,82 %, або 2,99 кг ($P < 0,05$); навесні на 11,57 %, або 8,33 кг ($P < 0,001$); влітку на 11,0 %, або 7,7 кг ($P < 0,001$); в осінню пору року на 10,37 %, або 7,12 кг ($P < 0,001$).

Таблиця 1 – Продуктивність свиноматок за різних систем створення мікроклімату у приміщенні впродовж року

Показник	I контрольна (n= 46)	II дослідна (n = 46)	± традиційна до геотермальної	
	$\bar{X} \pm S \bar{x}$	$\bar{X} \pm S \bar{x}$	абсолютна	%
Зимова пора року				
Багатоплідність, гол.	10,77±0,091	10,75±0,122	0,02	0,2
Маса гнізда при народженні, кг	15,1±0,10	14,94±0,081	0,16	1,1
Великоплідність, кг	1,41±0,011	1,39±0,013	0,02	1,42
Кількість поросят при відлученні, гол.	10,07±0,082	10,16±0,112	- 0,09	0,88
Збереженість, %	93,51±0,022	94,56±0,222	-1,05***	1,11
Маса одного поросяти при відлученні, кг	7,46±0,073	7,69±0,089	-0,22*	2,87
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	75,18±1,052	78,17±1,099	-2,99*	3,82
Весняна пора року				
Багатоплідність, гол.	10,90±0,09	10,84±0,12	0,06	0,55
Маса гнізда при народженні, кг	15,26±0,11	15,18±0,093	0,08	0,52
Великоплідність, кг	1,40±0,025	1,41±0,021	0,01	0,71
Кількість поросят при відлученні, гол.	10,11±0,08	10,27±0,11	- 0,16	1,58
Збереженість, %	92,75±0,2	94,78±0,3	-2,03***	1,20
Маса одного поросяти при відлученні, кг	7,12±0,07	7,82±0,1	-0,7***	9,83
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	71,98±1,045	80,31±1,089	-8,33***	11,57
Літня пора року				
Багатоплідність, гол.	10,9±0,06	11,0±0,05	- 0,1	0,9
Маса гнізда при народженні, кг	15,6±0,08	15,3±0,07	0,3	1,9
Великоплідність, кг	1,43±0,013	1,39±0,013	0,04	2,8
Кількість поросят при відлученні, гол.	10,0±0,06	10,3±0,05	- 0,3**	3,0
Збереженість, %	92,8±0,16	94,3±0,11	1,5***	1,62
Маса одного поросяти при відлученні, кг	7,0±0,04	7,5±0,06	0,5***	7,2
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	70,2±0,61	77,9±0,87	7,7***	11,0
Осіння пора року				
Багатоплідність, гол.	10,58±0,140	10,7±0,130	-0,12	1,1
Маса гнізда при народженні, кг	14,81±0,10	14,98±0,081	-0,17	1,2
Великоплідність, кг	1,40±0,021	1,41±0,01	-0,01	0,7
Кількість поросят при відлученні, гол.	9,77±0,002	10,08±0,11	- 0,31**	3,17
Збереженість, %	92,41±0,002	94,20±0,003	-1,79***	1,94
Маса одного поросяти при відлученні, кг	7,03±0,14	7,52±0,15	-0,49*	6,97
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	68,68±1,01	75,80±1,09	-7,12***	10,37

Примітка: * (p<0,05); ** (p<0,01); *** (p<0,001) порівняно з контрольною групою.

Таким чином, геотермальна система вентилявання приміщення, за рахунок стабілізації повітря в підземних шахтах та більш рівномірного його розподілу за допомогою повітропроводів, створювала більш комфортні температурні умови утримання як для свиноматок, так і для поросят-сисунів порівняно з традиційною системою вентиляції. Вони забезпечили достатній рівень продуктивності свиноматок і, як наслідок, кращу інтенсивність росту їхнього потомства (табл. 2).

Абсолютний приріст за підсисний період упродовж року у тварин дослідної групи був у середньому на 0,22–0,7 кг (P<0,001–0,05) вищим порівняно з їх аналогами, яких утримували за традиційної системи створення мікроклімату.

Середньодобовий приріст поросят-сисунів також виявився вищим на 8,12 г (P<0,01) взимку, 25,9 г (P<0,001) навесні, 20,3 г (P<0,001) влітку та на 17,8 г (P<0,001) восени у тварин, яких утримували в свинарнику з геотермальною вентиляцією.

Комплексна оцінка відтворювальних якостей свиноматок, яку визначали за методом оціночного індексу, запропонованого М. Д. Березовським, установила, що під час періоду опоросу та лактації в свинарнику з геотермальною системою вентиляції перевага за його значенням становила взимку 0,44 бала, або 1,14 %; навесні – 1,17 бала, або 3,04 %; влітку – 1,4 бала, або 3,7 %, та найбільшою ця перевага виявилася в осінню пору року – 4,07 бала, або 11,73 % порівняно з аналогами контрольної групи.

Таблиця 2 – Динаміка інтенсивності росту поросят за різних умов вентилявання приміщення впродовж року

Показник	Традиційна вентиляція	Геотермальна венти- ляція	± традиційна до геотермальної	
	$\bar{X} \pm S \bar{x}$	$\bar{X} \pm S \bar{x}$	Абсолютні значення	%
Зимова пора року				
n	463	467	-	-
Абсолютний приріст поросят, кг	6,06±0,111	6,28±0,139	-0,22	3,6
Середньодобовий приріст, г	224,5±2,31	232,7 ±2,07	-8,12**	3,6
Відносний приріст, %	136,6±0,76	138,1±0,91	-1,5	1,1
Оціночний індекс	38,77	39,21	-0,44	1,14
Весняна пора року				
n	465	472	-	-
Абсолютний приріст поросят, кг	5,72±0,10	6,42±0,135	-0,7***	12,2
Середньодобовий приріст, г	211,9±2,29	237,8 ±2,01	-25,9***	12,2
Відносний приріст, %	160,7±0,81	139,3±0,93	21,4***	13,3
Оціночний індекс	38,54	39,71	-1,17	3,04
Літня пора року				
n	460	474	-	-
Абсолютний приріст поросят, кг	5,6±0,04	6,1±0,06	-0,5***	8,9
Середньодобовий приріст, г	206,9±1,61	227,2 ±2,28	-20,3***	9,8
Відносний приріст, %	133,1±0,35	137,2±0,44	-4,1***	3,1
Оціночний індекс	38,2	39,6	-1,4	3,7
Осіньна пора року				
n	449	464	-	-
Абсолютний приріст поросят, кг	5,63±0,081	6,11±0,111	-0,48***	9,1
Середньодобовий приріст, г	208,5±1,9	226,3 ±2,1	-17,8***	8,5
Відносний приріст, %	133,6±0,74	136,8±0,88	-3,2**	2,4
Оціночний індекс	34,7	38,77	-4,07	11,73

Примітка: ** (p<0,01); *** (p<0,001).

Висновки. 1. Упродовж року як традиційна, так і геотермальна системи вентилявання приміщень забезпечували оптимальний газовий склад повітря в приміщеннях та підтримували його в межах гранично допустимих концентрацій. За традиційної системи показник NH_3 знаходився в межах 0,0–4,2 мг/м³, H_2S – 1,4–3,6 мг/м³, CO_2 – 0,09–0,23 % об. За геотермальної: NH_3 – 0,6–6,0 мг/м³, H_2S – 3,2–3,9 мг/м³, CO_2 – 0,1–0,21 % об. Оптимальних показників вологості повітря в приміщеннях було досягнуто за обох систем створення мікроклімату: 52,3–59,2 % в контрольній групі, та 49,8–55,5 % у дослідній, в усі пори року за винятком літньої. Влітку обидві системи вентиляції не змогли забезпечити оптимальної вологості повітря в приміщеннях: за традиційної системи відносна вологість повітря становила 36,9 %, а за геотермальної – 38,6 %.

2. За жодної пори року не встановлено значних відмінностей за показниками багатоплідності, великоплідності та маси гнізда при народженні між свиноматками, яких утримували в приміщеннях за різної системи їх вентилявання.

3. Кращі умови мікроклімату у свинарнику для проведення опоросу та утримання лактуючих свиноматок, створені геотермальною системою вентилявання, сприяли покращенню збереженості поросят до відлучення на 1,11–1,94 %, середньодобових приростів у підсисний період – на 3,6–12,2 %, і, як наслідок, підвищенню маси гнізда при відлученні впродовж усіх пір року на 3,82–11,57 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Авылов Ч., Денисов А. Влияние микроклимата в свинарниках на здоровье и продуктивность животных. Свиноводство. 2001. № 2. С. 26–15.
2. Березовский Н. Д., Почерняев Ф. К., Коротков В. А. Методика моделирования индексов для использования их в селекции свиней. Методы улучшения процессов селекции, разведения и воспроизводства свиней (методические указания). Москва, 1986. С. 3–14.
3. Бугаєвський В. М., Остапенко О. М., Данильчук М. І. Вплив мікроклімату на ефективність вирощування свиней. Аграрник. 2009. № 12. С. 12–13.

4. Волощук В. М., Герасимчук В.М. Рівень шкідливих газів у повітрі цеху опоросу за різних сезонів року та умов мікроклімату. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. № 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_2_17.
5. Волощук В. М., Іванов В. О. Оптимізація мікроклімату приміщень свиноферм і комплексів. Таврійський науковий вісник: зб. наук. праць. Херсон, 2008. Вип. 58. Ч.ІІ. С. 282–285.
6. Волощук В.М., Повод М.Г. Вплив умов утримання на репродуктивні якості свиноматок. Свинарство. 2013. Вип. 62. С. 27–32.
7. Герасимчук В.М. Оцінка і вдосконалення систем вентиляції свинарників різного призначення: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.02.04 /Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т свинарства і агропром. вир-ва. Полтава, 2018. 21 с.
8. Грищенко С.М. Вплив умов утримання на показники росту ремонтних свинок. Вісник аграрної науки. 2012. № 1. С.83–84. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2012_1_20
9. Захаренко М.О. Методичний посібник до проведення лабораторних занять з дисципліни «Гігієна тварин» для студентів факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва. Спеціальність 6.090102-Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: методичний посібник. Національний університет біоресурсів і природокористування України/ уклад. М. О. Захаренко та ін. Київ: ЦП "Компринт", 2014. 218 с.
10. Козир В. Вплив мікроклімату на ефективність вирощування свиней. Тваринництво України. 2006. № 5. С. 9–10.
11. Нарымбетов М. С. Разработка путей оптимизации микроклимата. Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. 2016. № 4 (40). С. 37–44.
12. Стародубець О. О. Вплив сезону року на відтворювальні якості свиноматок. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2015. Вип. 4. Т. 2. С.100–103.
13. Топчий Л. І. Вплив сезонності на відтворювальні якості свиноматок української степової білої породи свиней. Науковий вісник «Асканія-Нова». Вип. 2. 2009. С.155–160.
14. Ходосовский Д.Н. Микроклимат в свиноводческих зданиях для ремонтных свинок и свиноматок мясного направления продуктивности. Эффективное животноводство. 2017. № 8 (138). С. 26–28.
15. Шпетный Н.Б., Повод Н.Г. Микроклимат помещений и продуктивность гибридных поросят при различных системах вентилирования в условиях промышленного комплекса. Zootehnie și Biotehnologii agricole materialele Simpozionului Științific Internațional „85 ani ai Facultății de Agronomie – realizări și perspective”, dedicat aniversării 85 de ani de la fondarea Universității Agrare de Stat din Moldova. Chișinău, 2018. Vol. 52 (2). P. 324–328
16. Broom D.M., Mendl M.T., Zanella A.J. A comparison of the welfare of sows in different housing conditions. Anim Sci. 1995. № 61. С. 369–385.
17. Honeyman M. S. Outdoor Pig Production. PIH – 145. Pork Industry Handbook. Purdue University, 2001. P. 9.
18. Likař K. Vliv různé úrovně řízeního mikroklimatu na dosahované parametry užítivosti u vybraných kategorií prasat. KDP. ČZU Praha, FAPPZ, KSZ. 2009. 170 p.
19. Oberreuter M. Swine ventilation. GSI International – AP book E., Illinois St. Assumption, USA, 2005. 142 p.
20. Patel P.D., Srivastava P., Kumar A., Chauhan D., Ankuya J., Prajapati K. K., Paregi R. B., Geothermal A. Ventilation System for Animal House: A New Approach. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2018.7. P.1850–1859. Doi: <http://doi.org/10.20546/ijemas.2018.706.220>

REFERENCES

1. Avylov, C.H., Denisov, A. (2001). Vliyanie mikroklimata v svinarnikah na zdorov'e i produktivnost' zhivotnyh [The influence of the microclimate in pigsties on the health and productivity of animals]. Svinovodstvo [Pig breeding]. no. 2. pp. 26–15.
2. Berezovskiy, N.D., Pochernyaev, F.K., Korotkov, V.A. (1986). Metodika modelirovaniya indeksov dlya ispol'zovaniya ikh v selektsii sviney [The method of modeling indices for their use in breeding pigs]. Metody uluchsheniya protsessov selektsii, razvedeniya i vosproizvodstva sviney (metodicheskie ukazaniya) [Methods for improving the selection, breeding and reproduction of pigs (guidelines)]. Moscow, pp. 3–14.
3. Bugajevs'kyj, V.M., Ostapenko, O.M., Danyl'chuk, M.I. (2009). Vplyv mikroklimatu na efektyvnist' vyroshhuvannja svynej [Influence of microclimate on pig breeding efficiency]. Agrarnyk [Agrarian]. no. 12, pp. 12–13.
4. Voloshhuk, V. M., Gerasymchuk, V.M. (2017). Riven' shkidlyvyh gaziv u povitri cehu oporosu za riznyh sezoniv roku ta umov mikroklimatu [The level of harmful gases in the air of the farmer's shop during different seasons of the year and the microclimate conditions]. Naukovi dopovidi Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrai'ny [Scientific reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]. no. 2.
5. Voloshhuk, V.M., Ivanov, V.O. (2008). Optyimizacija mikroklimatu prymishhen' svynoferm i kompleksiv [Optimization of the microclimate of pig farms and complexes]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk: zb. nauk. prac' [Taurian Scientific Bulletin: a collection of scientific works]. Kherson, Issue 58, Part II, pp. 282–285.
6. Voloshhuk, V.M., Povod, M.G. (2013). Vplyv umov utrymannja na reproduktyvni jakosti svynomatok [Influence of keeping conditions on the reproductive quality of sows]. Svinarstvo [Swine breeding]. Issue 62, pp. 27–32. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun_2013_62_8
7. Gerasymchuk, V.M. (2018). Ocinka i vdoskonalennja system ventyljacii' svynarnykyv riznogo pryznachennja: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.02.04 /Nac. akad. agrar. nauk Ukrai'ny, In-t svynarstva i agroпром. vyr-va [Assessment and improvement of pigs' ventilation systems for various purposes: author. diss. ... Cand. agricultural Sciences: 06.02.04 / Nat. Acad. agrarian. of Sciences of Ukraine, Institute of pig breeding and agricultural industry. whirlpool]. Poltava, 21 p.

8. Gryshhenko, S.M. (2012). Vplyv umov utrymannja na pokaznyky rostu remontnyh svynok [Influence of retention conditions on growth rates of repair pigs]. Visnyk agrarnoi nauky [Bulletin of agrarian science]. no. 1, pp. 83–84. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2012_1_20
9. Zaharenko, M. O. (2014). Metodychnyj posibnyk do provedennja laboratornyh zanjat' z dyscypliny "Gigijena tvaryn", dlja studentiv fakul'tetu tehnologij vyrobnnytva i pererobky produkci' tvarynnytva [Methodical guide to conducting laboratory classes in the discipline "Animal Hygiene" for students of the Faculty of Technology of production and processing of livestock products. Specialty 6.090102-Technology of production and processing of livestock products: a manual]. Special'nist' 6.090102-Tehnologija vyrobnnytva i pererobky produkci' tvarynnytva: metodychnyj posibnyk / Nacional'nyj universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrai'ny [National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]. Kyiv: Comprint CPU, 218 p.
10. Kozyr, V. (2006). Vplyv mikroklimatu na efektyvnist' vyroshhuvannja svynej [Influence of microclimate on pig breeding efficiency]. Tvarynnytvo Ukrai'ny [Livestock of Ukraine]. no. 5, pp. 9–10.
11. Narymbetov, M. S. (2016). Razrabotka putej optimizacii mikroklimata [Development of ways to optimize the microclimate]. Vestnik Kyrgyzskogo nacional'nogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skrabina [Bulletin of the Kyrgyz National Agrarian University. K.I. Scriabin]. no. 4 (40), pp. 37–44.
12. Starodubec', O. O. (2015). Vplyv sezonu roku na vidtvorjuval'ni jakosti svynomatok [Influence of the season of the year on the reproductive qualities of sows]. Visnyk agrarnoi nauky Prychornomor'ja [Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea]. Issue 4, Vol. 2, pp.100–103.
13. Topchij, L.I. (2009). Vplyv sezonnosti na vidtvorjuval'ni jakosti svynomatok ukrai'ns'koi' stepovoi' biloi' porody svynej [Influence of seasonality on reproductive qualities of sows of Ukrainian steppe white breed of pigs]. Naukovyj visnyk «Askanija-Nova» [The scientific journal "Askania-Nova"]. Issue 2, pp.155–160.
14. Hodosovskij, D.N. (2017). Mikroklimat v svinovodcheskih zdanijah dlja remontnyh svinok i svinomatok mjasnogo napravlennja produktivnosti [Microclimate in pig-breeding buildings for repair pigs and sows of meat productivity direction]. Jefferktivnoe zhivotnovodstvo [Effective Livestock]. no. 8 (138), pp. 26–28.
15. Shpetnyj, N.B., Povod, N.G. (2018). Mikroklimat pomeshhenij i produktivnost' gibridnyh porosjat pri razlichnyh sistemah ventilirovanija v uslovijah promyshlennogo kompleksa [The microclimate of the premises and the productivity of hybrid piglets with various ventilation systems in an industrial complex]. Zootehnie și Biotehnologii agricole materialele Simpozionului Științific Internațional „85 ania Facultății de Agronomie – realizări și perspective”, dedicat aniversării 85 de ani de la fondarea Universității Agrare de Stat din Moldova. Chișinău, Vol. 52 (2), pp. 324–328
16. Broom, D.M., Mendl, M.T., Zanella, A.J. (1995). A comparison of the welfare of sows in different housing conditions. Anim Sci. no. 61, pp. 369–385.
17. Honeyman, M.S. (2001). Outdoor Pig Production. PIH – 145. Pork Industry Handbook. Purdue University, 9 p.
18. Líkař, K. (2009). Vliv různé úrovně řízeného mikroklimatu na dosahované parametry užitkovosti u vybraných kategorií prasat. KDP. ČZU Praha, FAPPZ, KSZ. 170 p.
19. Oberreuter, M. (2005). Swine ventilation. GSI International – AP book E., Illinois St. Assumption, USA, 142 p.
20. Patel, P.D., Srivastava, P., Kumar, A., Chauhan, D., Ankuya, J., Prajapati, K. K., Paregi, R. B., Geothermal, A. (2018). Ventilation System for Animal House: A New Approach. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 7. pp.1850–1859. Available at: <http://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.220>

Годовая динамика параметров микроклимата при разных системах его поддержания и их влияние на продуктивные качества свиноматок и рост приплода

Жижка С.В., Повод М. Г.

Изучена годовая динамика параметров микроклимата в помещениях для опороса и лактации свиноматок при различных вариантах их вентилирования и ее влияние на продуктивные качества свиноматок и рост их приплода. Учитывая, что технологическая группа лактирующих свиноматок, вместе с которыми содержатся подсосные поросята, очень чувствительна к любым изменениям климатических условий содержания, и является основой для дальнейшей реализации их генетического потенциала, одним из главных вопросов содержания является правильный выбор системы создания микроклимата. Установлено, что в течение года геотермальная система вентилирования помещения за счет подогрева воздуха в подземных шахтах и более равномерного его распределения, которое осуществляется системой воздухоподогрева, позволяет создать более комфортные температурные условия содержания как для поросят, так и для свиноматок по сравнению с традиционной системой вентиляции.

Как традиционная, так и геотермальная системы вентилирования помещений в этот период обеспечивали оптимальный газовый состав воздуха в помещениях и поддерживали его в пределах норм допустимых концентраций. Оптимальные показатели влажности воздуха в помещениях были достигнуты при обеих системах создания микроклимата во все времена года, за исключением летнего. Летом обе системы вентиляции не смогли обеспечить оптимальной влажности воздуха в помещениях.

Лучшие условия микроклимата, созданные геотермальной системой вентиляции в свиноматке для проведения опороса, способствовали улучшению сохранности поросят на 1,05–2,03 % до отлучения, повышению индивидуальной массы на 2,87–9,83 %, массы гнезда – на 3,82–11,57 % при отлучении, и приросту живой массы подсосных поросят на 8,12–5,9 г во все времена года по сравнению с традиционной системой.

Ключевые слова: производительность, вентиляция, микроклимат, воздух, температура, газовый состав, свиноматка, поросята, многоплодие, прирост, сохранность.

Annual dynamics of the micro-climate parameters in pig farms and their impacts on the production qualities of lactating sows

Zhyzhka S., Povod N.

The experiment compared the annual dynamics of microclimate parameters in sows and lactation rooms of sows under different variants of their ventilation and its effect on sows' productive qualities and growth of their offspring. Technological

group of lactating sows with pigs are very sensitive to any climate change. They are basis for the next development and implementation of their genetic potential, therefore one of the most important issues of retention is the right choice of the microclimate creation system. One of the main tasks in this case is also the reduction of energy costs to ensure proper parameters, both for animals and for their serving staff. It was revealed that during the year the geothermal ventilation system of the premises, due to the heating of the air in the underground mines and its uniform distribution by the air duct system, created more comfortable temperature conditions of keeping for the pigs and sows, compared to the traditional ventilation system. Both traditional and geothermal ventilation systems during this period provided optimal gas composition of the air and maintained it within the normal range. Optimal indices of humidity in rooms were at both systems of creation of a microclimate in all seasons except summer. In the summer both ventilation systems failed to provide optimal indoor humidity. The best microclimate conditions created by the geothermal ventilation system in the pig yard for the farrowing contributed to the improvement the conservation of piglets by 1.05–2.03 % before weaning, the increase in individual weight by 2.87–9.83 %, nest weights by 3.82–11.57 % when weaned, and live weight gain of suckling piglets by 8.12–25.9 g in all seasons, compared to the traditional system.

Key words: productivity, ventilation, microclimate, air, temperature, gas composition, sow, piglet, multiplicity.

Надійшла 20.09.19 р.

УДК 636.32/.38.082.265

ЛИХАЧ В.Я.

КАЛИНИЧЕНКО Г.І.

*Миколаївський національний аграрний університет***ПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ ОВЕЦЬ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ**

Досліджено вплив промислового схрещування на продуктивні якості чистопородних цигайських та помісних з романівською породою овець. Вивчали виживання молодняку в період від народження до відлучення їх від матерів; динаміку живої маси баранців і ярок у відповідні вікові періоди (при народженні, в 2-, 4-, 6,5-місячному віці); м'ясну продуктивність; вовнову продуктивність та якість овчин. Установлено, що помісні баранчики і ярочки мали живу масу при народженні відповідно 3,9 і 4,2 кг, що на 8,3 і 7,6 % вище, ніж у чистопородних ягнят. Середньодобові прирости у помісних баранців становили 192 г, у ярок – 171 г, що відповідно на 4,3 і 4,9 % більше, ніж у чистопородних одноліток. Доведено, що помісний молодняк характеризується кращою життєздатністю: збереженість ягнят до відлучення становила 132,2 % проти 115,3 % у чистопородних.

Маса охолодженої туші у чистопородних баранців становила 14,14 кг, а у помісних – на 14,3 % більше ($P>0,999$). Тварини дослідної групи мали кількість м'якоти в туші в середньому 12,49 кг (77,3 % від маси туші). У чистопородних баранців ці показники становили відповідно 10,52 кг, або 74,4 %. Різниця в масі м'якоти між тушами досліджуваних груп становила 1,97 кг, або 18,7 % ($P>0,999$). За змістом жиру помісі перевершували чистопородних тварин, у результаті чого їх м'ясо мало на 8,34 % вищу калорійність. Помісні баранчики під час відгодівлі дали на 13,6 % більший приріст живої маси порівняно з чистопородними. Водночас вони витратили на 4,7 % менше кормових одиниць.

За настригом оригінальної брудної вовни найбільші показники були у помісних ярок. За настригом митої вовни вони також переважали чистопородних тварин на 2,48 кг, або на 10,7 %. Різниця за довжиною пуху і ості становила 32,2 % ($P>0,999$). Площа овчин баранців дослідної групи була більше контрольної на 7,4 % ($P>0,95$) і становила 84,0 дм^2 . Таку саму закономірність спостерігали і за площею вичинених овчин.

Ключові слова: вовна, баранина, овчини, жива маса, життєздатність, баранчики, романівська порода, цигайська порода.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-55-63

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Забезпечення населення харчовими продуктами в достатній кількості – одна з найважливіших проблем людства, адже нині щорічно від голоду і його наслідків помирає приблизно 40 млн осіб, у т.ч. 13 млн дітей. Більш як 40 % населення потерпають від дефіциту мікроелементів, що можна назвати «прихованим голодом» [7, 8]. З огляду на це, проблема забезпечення населення продовольством є актуальною. Останнім часом, поряд із виробництвом продукції свинарства, скотарства та птахівництва, інтенсивно починає розвиватися скоростигле вівчарство [6].

Відмітна риса сучасного світового вівчарства – зростаючий попит на баранину. Спеціалізація вівчарства на виробництві молоді баранини та ягнятини потребує наявності порід, які вирізняються високою м'ясною продуктивністю. Цим вимогам повною мірою відповідають породи м'ясного та м'ясо-вовнового напрямку, важливою біологічною особливістю яких є скоростиглість, інтенсивний ріст та розвиток, економічна трансформація корму в продукцію, можливість використання тварин для господарської мети у ранньому віці [1, 9].

Один із шляхів інтенсифікації галузі вівчарства – проведення промислового схрещування маток різних порід зі скоростиглими м'ясними баранами з обов'язковим застосуванням інтенсивної технології вирощування – нагулу або відгодівлі. Своє чергою, ефективність промислового схрещування багато в чому визначається вибором вихідних порід тварин [5, 10, 15].

За останні роки в нашій країні з метою збільшення виробництва баранини вивчено безліч комбінацій схрещування різних порід і породних груп. У результаті цього було виявлено, що ефект схрещування дуже мінливий – від чіткого прояву до повної відсутності. Певний інтерес для промислового схрещування становлять барани романівської породи.

У зв'язку з цим, вивчення продуктивних якостей помісних тварин, отриманих від схрещування цигайських маток з баранами романівської породи, є актуальним і становить як науковий, так і практичний інтерес для товарних господарств.

Метою дослідження було вивчення впливу промислового схрещування на продуктивні якості чистопородних цигайських та помісних овець.

Матеріал і методи дослідження. Для проведення досліджень було сформовано дві групи вівцематок 4-річного віку: дослідна і контрольна, по 50 голів у кожній. У зимово-стійловий період раціон годівлі овець складався з люцернового сіна, кукурудзяного силосу і концентратів, поживність якого відповідала зоотехнічним нормам. У літній період овець випасали на природних пасовищах. Упродовж дослідів матки перебували в однакових умовах годівлі та утримання. Осіменіння вівцематок дослідної групи здійснювали спермою плідників романівської породи, контрольної – цигайських плідників. Схему дослідів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Схема дослідів

Групи	Барани		Матки		Досліджені показники
	<i>n</i>	порода	<i>n</i>	порода	
Контрольна	2	цигайська	50	цигайська	Продуктивність маток і баранів вихідних порід овець, динаміка живої маси ягнят, м'ясна продуктивність, якість овчин
Дослідна	2	романівська	50	цигайська	

Проводили щоденний індивідуальний облік осіменіння вівцематок з реєстрацією в журналі дат осіменіння та номери барана. При народженні ягнята отримували індивідуальні номери. Відлучення ягнят від матерів проводили в 4-місячному віці, після чого молодняк ставили на 2,5-місячний інтенсивний нагул.

У процесі виконання експериментальної роботи вивчали такі показники: плодючість маток – за результатами індивідуального обліку приплоду в період ягніння; виживання молодняку – в період від народження до відлучення їх від матерів; динаміку живої маси баранців – зважуванням при народженні, в 2-, 4-, 6,5-місячному віці, ярочок – зважуванням при народженні, в 2, 4, 8 і 14 місяців.

М'ясну продуктивність вивчали за результатами контрольного забою за методикою ВІТ (1978) за 5 типовими для кожної групи баранцями у 6,5-місячному віці.

Під час забою визначали забійні якості, морфологічний і сортовий склад туш, хімічний склад м'яса за показниками вмісту вологи, протеїну, жиру і золи, білково-якісний показник, площу найдовшого м'яза спини; якість овчин вивчали шляхом визначення маси та площі (парних і вичинених овчин), ступеня скорочення шкіри під час вичинювання. Для дослідження брали по п'ять овчин з кожної групи у віці 6,5 місяців.

Оплату корму приростом маси тіла баранців вивчали впродовж 75-добової відгодівлі, починаючи з 4-місячного віку. Вивчення поїдання кормів проводили на підставі обліку заданих кормів та їх залишків. Вовнову продуктивність ярочок у 14-місячному віці вивчали шляхом визначення настригу вовни в оригіналі, в чистому волокні по 10 зразків вовни з кожної групи. Дослідження вовнової продуктивності проводили за методикою ВНПОК (1981).

Результати дослідження. Жива маса – це показник, за яким оцінюють ріст і розвиток сільськогосподарських тварин. У овець вона має як господарське, так і біологічне значення. Численні науковці вважають, що жива маса є важливим показником, який визначає продуктивність тварин [2, 4, 13].

Добре сформований в ембріональний період плід має високий темп росту і в постембріональний період. Усе це слід розглядати як показник життєздатності, особливо в перші місяці після народження, що має велике значення для подальшого розвитку тварин. У наших дослідженнях жива маса ягнят при народженні в групах, які порівнювали, була неоднаковою (табл. 2, 3).

Таблиця 2 – Динаміка живої маси ярочок, кг (*n* = 40)

Групи	Вік, міс.	$M \pm m$	δ	$Cv, \%$
Контрольна	при народженні	3,6 $\pm$ 0,05	0,40	11,30
	2	14,9 $\pm$ 0,29	1,87	12,60
	4	23,1 $\pm$ 0,24	3,48	15,10
	8	33,6 $\pm$ 0,31	3,14	9,10
	14	36,1 $\pm$ 0,48	2,99	8,14
Дослідна	при народженні	3,9 $\pm$ 0,03	0,41	10,50
	2	16,3 $\pm$ 0,11	1,83	11,20
	4	24,4 $\pm$ 0,36	2,31	9,46
	8	35,6 $\pm$ 0,66	3,20	8,98
	14	38,2 $\pm$ 0,71	3,01	7,90

Так, помісні баранчики і ярочки мали живу масу при народженні відповідно 3,9 і 4,2 кг, що на 0,3 і 0,3 кг, або на 8,3 і 7,6 % більше, ніж у чистопородних ягнят. Різниця за живою масою помісних і чистопородних ягнят була статистично значущою ($P > 0,999$). Відтак, помісні ягнята народжувалися більшими порівняно з чистопородними, а баранчики важчими, ніж ярочки.

Із даних, наведених у таблицях 2 і 3, видно, що до відлучення у 4 місяці помісні тварини росли інтенсивніше і мали вищу живу масу в усі вікові періоди на 4,6–7,6 % у баранців і на 5,5–9,3 % у ярочок. За цей період за швидкістю росту помісні ягнята випереджали своїх чистопородних одноліток.

Таблиця 3 – Динаміка живої маси баранчиків, кг ($n = 40$)

Групи	Вік, міс.	$M \pm m$	δ	$C_v, \%$
Контрольна	при народженні	$3,9 \pm 0,07$	0,49	11,20
	2	$16,3 \pm 0,27$	2,11	11,80
	4	$26,0 \pm 0,53$	3,12	12,40
	6,5	$33,4 \pm 0,51$	3,34	9,60
Дослідна	при народженні	$4,2 \pm 0,04$	0,47	12,70
	2	$17,2 \pm 0,36$	2,02	13,00
	4	$27,2 \pm 0,66$	3,37	12,00
	6,5	$35,2 \pm 0,49$	3,34	10,10

Середньодобові прирости за весь період у помісних баранців становили 192 г, у ярочок – 171 г, що відповідно на 4,3 і 4,9 % більше, ніж у чистопородних одноліток.

Після відлучення ягнят від маток інтенсивність росту ягнят помітно знижувалася. Середньодобовий приріст живої маси у помісних ярочок до 8-місячного віку становив 103,3 г, а у чистопородних – 87,5 г. У баранців з моменту відлучення до забою (6,5 місяців) цей показник становив у помісних 106,6 г і чистопородних – 88,6 г. Зниження швидкості росту в зазначеному віці можна пояснити стресовим чинником, спричиненим відлученням від матері, зниженням рівня годівлі і позбавленням ягнят материнського молока.

Відомо, що до 25 % народжених ягнят з різних причин гинуть у ранньому віці, тому життєздатність ягнят, особливо до моменту їх відлучення від матерів, виражена у відсотках їх збереження, є важливим біологічним показником. У таблиці 4 наведено дані щодо життєздатності дослідних ягнят від народження до відлучення від маток у 4-місячному віці.

Таблиця 4 – Життєздатність помісних та чистопородних ягнят

Групи	Окоотилось маток, гол.	Народилось ягнят, гол.	Загинуло ягнят до 4-міс. віку		Збереженість ягнят, %	Вихід ягнят до відлучення, %
			гол.	%		
Контрольна	144	174	8	9,6	90,4	115,3
Дослідна	146	197	4	5,2	94,8	132,2

Із таблиці 4 видно, що із народжених 197 помісних ягнят загинуло до відлучення 4 особини (5,2 %). Збереженість становила 94,8 %. За цей самий період і за однакових умов годівлі та утримання чистопородних цигайських ягнят, що народилися, із 174 голів загинуло 8. Збереженість становила 90,4 %, що на 4,4 % менше порівняно з помісними ягнятами. Отже, помісний молодняк характеризується кращою життєздатністю: збереження ягнят до відлучення становило 132,2 % проти 115,3 % у чистопородних. Краще збереження помісних пов'язано з проявом ефекту гетерозису.

Відомо, що використання живої маси як непрямого показника м'ясної продуктивності тварин об'єктивне певною мірою. Найбільш повне і об'єктивне уявлення про м'ясну продуктивність і якість м'яса можна отримати лише за результатами контрольного забою. Для вивчення забійних якостей після відгодівлі в 6,5-місячному віці провели контрольний забій дослідних і контрольних баранців, результати якого наведено в таблиці 5.

Аналіз результатів контрольного забою показав, що забійний вихід у помісних баранців становив 46,3 %, а у чистопородних – 43,2 %, що відповідає середній вгодованості дорослих овець за ГОСТ 5111-55.

Таблиця 5 – Результати контрольного забою баранчиків, кг

Показники	Групи	
	контрольна	дослідна
Передзабійна маса	33,6±0,31	35,8±0,49
Забійна маса	14,51±0,30	16,58±0,22
Маса охолодженої туші	14,14±0,46	16,16±0,51
Маса внутрішнього сала	0,37±0,05	0,42±0,03

Маса охолодженої туші у чистопородних баранців становила 14,14 кг, а у помісних – 16,16 кг, або на 14,3 % більше ($P>0,999$).

За органолептичною оцінкою всі туші віднесено до вище середньої вгодованості, вони мали добре розвинену м'язову тканину і жировий полив. Більш рівномірний розподіл суцільного жирового поливу по туші спостерігали у помісних баранців. Різниця між помісними і чистопородними баранчиками за масою внутрішнього жиру становила 50 г (13,5 %). Отже, за забійною масою, забійним виходом, а також внутрішнім жиром туші помісних тварин мали перевагу над тушами чистопородних цигайських баранців.

Важливим показником м'ясної продуктивності тварин є морфологічний склад туш, який визначається шляхом обвалювання. Результати обвалювання туш баранців наведено в таблиці 6.

З даних таблиці 6 видно, що тварини дослідної групи мали масу м'якоті в туші в середньому 12,49 кг, що становило 77,3 % від маси туші. У чистопородних баранців цей показник становив 10,52 кг (74,4 %). Різниця за масою м'якоті між тушами досліджуваних груп становила 1,97 кг (18,7 %, $P>0,999$). Відтак, у тушах помісних тварин містилося менше кісток і сухожил'я.

Таблиця 6 – Морфологічний склад туш помісних та чистопородних овець

Групи	Маса охолодженої туші, кг	Результати обвалювання туш				Коефіцієнт м'ясності
		м'якоть		кістки та сухожилля		
		кг	%	кг	%	
Контрольна	14,14	10,52±0,47	74,4	3,62±0,07	25,6	2,9
Дослідна	16,16	12,49 ±0,71	77,3	3,67±0,09	22,7	3,4

Якість м'яса визначається сортовим співвідношенням торгових відрубів у туші. Сортність і кулінарне значення різних відрубів туші неоднакові і залежать від співвідношення м'язової, жирової, кісткової і сполучної тканини у відрубах, особливо в спинно-лопатковій і задній частинах [3, 14, 19].

У м'ясних і добре вгодованих тварин міститься набагато більше м'якоті, жиру, повноцінних білків і менше кісток і сухожил'я. Частка в туші відрубів того чи іншого сорту, а також їх морфологічний склад залежать від таких чинників як порода, вгодованість, вік і стать тварин [16]. Слід зазначити, що у досліджуваного молодняка в цілому після відгодівлі містився досить високий вміст відрубів I сорту (табл. 7).

Таблиця 7 – Сортний склад туш помісних та чистопородних овець

Показники	Групи	
	контрольна	дослідна
Маса охолодженої туші	14,14±0,46	16,16±0,51
Вихід відрубів за сортами:		
I сорту, кг	11,91±0,03	14,10±0,21
%	84,2	87,3
II сорту, кг	2,23±0,03	2,06±0,07
%	15,8	12,7

Водночас слід виділити дослідну групу тварин, у яких цей показник становив 87,3 %, або на 3,1 % більше, ніж у чистопородних. Тобто туші помісних тварин характеризувалися кращими показниками виходу більш цінних у харчовому сенсі відрубів першого сорту, ніж туші чистопородних цигайських ягнят.

Одним із найважливіших показників, що дають уявлення про поживні властивості м'яса, є його хімічний склад. Він залежить від великої кількості чинників, з яких найважливішими є

порода, вік, рівень годівлі. Результати досліджень хімічного складу м'яса тварин порівнюваних груп наведено в таблиці 8.

Таблиця 8 – Хімічний склад і калорійність м'яса у помісних та чистопородних овець

Показники	Групи овець	
	контрольна	дослідна
Вода	69,20±0,66	67,30±0,71
Білок	17,90±0,48	18,20±0,36
Жир	12,02±0,10	13,56±0,21
Зола	0,88±0,03	0,94±0,02
Вміст (мг %) триптофану	356,10±3,46	390,00±3,2
оксипроліну	86,56±0,99	91,2±2,46
Білково-якісний показник	4,11	4,28
Калорійність 1 кг м'яса, ккал	1827,7	1980,2

З даних таблиці 8 видно, що за вмістом білка, вологи і золи між чистопородними і помісними тваринами відмінностей майже не спостерігали. За вмістом жиру помісі перевершували чистопородних тварин, у результаті чого вони мали на 8,34 % вищу калорійність.

Поряд із кількістю відкладеного в м'ясі білка і жиру, великий вплив на його харчову цінність має співвідношення замісних і незамісних амінокислот [18]. Тому в наших дослідженнях, під час оцінювання м'яса, разом з хімічним складом вивчали співвідношення в ньому повноцінних і неповноцінних білків. Вміст повноцінних білків визначали за кількістю триптофану, а неповноцінних – за кількістю оксипроліну. Відомо, що за відношенням триптофану до оксипроліну можна судити про біологічну цінність м'яса. Чим більше це співвідношення, тим краща поживність м'яса. У наших дослідженнях м'ясо чистопородних і помісних тварин мало відносно високий білково-якісний показник з невеликою перевагою (4,1 %) м'яса останніх.

Поряд зі скоростиглістю, важливим показником відгодівельних якостей ростучого молодняку є його здатність трансформувати корм у продукцію [17]. Вивчаючи продуктивні і біологічні особливості помісей від схрещування баранів романівської породи з цигайськими матками, з'ясували використання і витрати кормів на баранців, поставлених у стійловий період на відгодівлю у віці 4 місяці. Корми, які використовували під час відгодівлі, враховували щодня впродовж усього періоду відгодівлі за фактичним поїданням. За 75 діб відгодівлі в розрахунок на одного помісного і чистопородного баранчика було витрачено відповідно 67,5 і 62,0 корм. од. У структурі раціону частка зелених кормів (люцерни) становила 60,3 і 61,2 %, сіна – 6,0 і 7,0 %, решта – концентрати. Краще поїдання соковитих кормів і концентратів спостерігали у помісних баранців.

У таблиці 9 наведено витрати корму на приріст живої маси під час відгодівлі помісних баранців порівняно з чистопородними. Із таблиці 9 видно, що помісні баранчики під час відгодівлі давали більший приріст живої маси порівняно з чистопородними на 13,6 %. Водночас вони витратили на 4,7 % менше кормових одиниць. Однак з'їдені корми помісні тварини ефективніше трансформували у приріст живої маси, в результаті чого вони витратили на 1 кг приросту живої маси менше кормових одиниць і перетравного протеїну.

Таблиця 9 – Витрати корму на приріст живої маси помісних та чистопородних баранчиків

Показники	Витрачено корм. од. на 1 кг приросту живої маси групи баранчиків		Помісі у % до чистопородних
	контрольна	дослідна	
Кількість тварин, гол.	20	20	-
Жива маса, кг на початок відгодівлі	26,2	27,0	103,1
на кінець відгодівлі	36,1	38,3	106,1
Середньодобовий приріст	132	150	113,6
Витрати кормів на 1 кг живої маси, корм. од., кг	6,26	5,97	95,3
Перетравного протеїну, г	686	655	95,4

Вовнову продуктивність ярки вивчали у момент їх першої стрижки у віці 14 місяців. З таблиці 10, де наведено основні показники вовнової продуктивності, видно, що цигайський молодняк давав

типову для тварин цього напрямку вовну – однорідну напівтонку, а помісі – неоднорідну грубу. За настригом оригінальної брудної вовни найвищі показники були у помісних ярок. За настригом митої вовни вони також переважали чистопородних тварин на 2,48 кг, або на 10,7 %.

Слід зазначити, що у романівських овець зазвичай пух перебільшує ость. Ця тенденція збереглася і в отриманих помісних. Різниця за довжиною пуху і ості становила 32,2 % ($P > 0,999$).

Якщо порівнювати довжину перехідного волосу, то у помісних вона була на 6,5 % більшою, ніж у контрольних тварин. Діаметр вовнинок перехідного волосу був практично однаковим в обох групах.

Таблиця 10 – Вовнова продуктивність помісних і чистопородних ярок

Показники	Групи	
	дослідна	контрольна
Настриг немитої вовни, кг	3,8±0,26	3,6±0,38
Вихід митого волокна, %	65,3	62,3
Настриг митої вовни, кг	2,48±0,11	2,24±0,16
Природна довжина, см		
ості	5,9±0,20	-
пуху	7,8±0,15	-
перехідного волосу	7,6±0,14	8,1±0,22
Тонина (мкм)		
ості	86,3	-
пуху	23,4	-
перехідного волосу	47,2	46,3

Стосовно якості, вовна, отримана від помісних, на відміну від чистопородних цигайських овець, технологічної цінності не становить, тому використовувати її можна лише у валяльно-войлочному виробництві під час виготовлення технічних сукон.

Під час проведення промислового схрещування, поряд з вивченням м'ясних якостей, нами було оцінено хутрові якості овчин. Результати досліджень показали, що площа овчин баранців дослідної групи була більше контрольної на 7,4 % ($P > 0,95$) і становила 84,0 дм² (табл. 11). Таку саму закономірність спостерігали і за площею вичинених овчин, причому ступінь скорочення був більшим у чистопородних цигайських тварин. Це можна пояснити особливостями гістологічної будови шкіри дослідних тварин.

Таблиця 11 – Якість овчин помісних і чистопородних ягнят

Показники	Групи	
	дослідна	контрольна
Маса овчин, кг: парних	3,3±0,13	3,41±0,14
вичинених	0,59±0,01	0,60±0,05
Маса вичинених овчин, % від парних	17,87	17,59
Площа овчин, дм ² : парних	84,0±0,61	78,2±0,41
вичинених	63,0±0,44	56,0±0,70
Ступінь скорочення, %	25,0	28,38
Маса дм вичинених овчин, г	11,81	12,60
Довжина, см: пуху	5,41	-
ості	6,73	-
перехідного волосу	5,64	5,61

Диференціація вичинених овчин за сортами, згідно з вимогами ГОСТ 4661-76 «Овчина хутряна вичинена», показала, що всі вони належать до першого сорту незалежно від забою і породи ягнят.

Отже, проведення промислового схрещування цигайських маток з баранами романівської породи не знижує якість одержаних при цьому хутряних овчин.

Висновки. 1. Помісний молодняк, отриманий від схрещування цигайських маток з баранами романівської породи, в усі досліджувані вікові періоди перевершував цигайських однолітків за живою масою на 8,3–7,6 %, середньодобовими приростами живої маси – на 4,3–4,9 %.

2. Помісні баранці вирізнялися кращими відгодівельними якостями. Витрати кормів на 1 кг приросту живої маси становили в них 5,97 корм. од., перетравного протеїну – 655,0 г. У чистопородних однолітків ці показники були вищими відповідно на 4,8 і 5,0 %.

3. Помісні баранчики в 6,5-місячному віці мали вищі показники м'ясної продуктивності: за масою туші на 14,3 %, забійним виходом – на 3,1 %, виходом відрубів першого сорту – на 18,3 %, масою м'якоті – на 18,7 %.

4. Помісний молодняк характеризувався кращою життєздатністю: збереженість ягнят до відлучення становила 132,2 % проти 115,3 % у чистопородних, що пов'язано з проявом ефекту гетерозису.

5. Диференціація вичинених овчин за сортами, згідно з вимогами ГОСТ 4661-76 «Овчина хутряна вичинена», показала, що всі вони належать до першого сорту, незалежно від забою і породності ягнят.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Похил В. І., Похил О. М., Лінський О. В., Голинська О. Ю. Промислове схрещування у вівчарстві за участі породи шарове. Тваринництво та технології харчових продуктів. 2017. № 271. С. 149–156.
2. Ульянов А. Н., Куликова А. Я., Шестаков А. Ю. Рост и разведение чистопородных ягнят северокавказской мясо-шерстной породы и ее помесей с породой тексель. Овцы, козы, шерстное дело. 2001. № 3. С. 20–21.
3. Свиридов В. И., Павлов М. Б. Рост и мясная продуктивность ягнят кавказской породы и помесей от баранов тексель и остфризской пород. Овцы, козы, шерстное дело. 2001. № 4. С. 66–68.
4. Чепур В. К. Использование селекционных достижений для формирования конкурентоспособной отрасли овцеводства Одесской области. Вівчарство. 1998. Вип. 30. С. 121–122.
5. Генетико-популяційні процеси при розведенні тварин / за ред. І. П. Петренко, М. В. Зубець, Д. Т. Вінничук, А. П. Петренко. Київ: Аграрна наука, 1997. 478 с.
6. Гойчук О. І. Основні принципи продовольчої безпеки в умовах глобальної продовольчої кризи. URL: <http://elibrary.nubip.edu.ua/13648/1/12goi.pdf>. 3.
7. Кошій О. В. Проблеми забезпечення населення України продовольством. ISSN 2071-4653 Соц.-ек. проблеми сучас. періоду України. 2013. Вип. 6 (104). С. 441–448.
8. Бирман В. Ф., Украинцева И. В. Овцеводство как приоритетная отрасль аграрной экономики. Труды Кубанского аграрного государственного университета. 2015. № 53. С. 7–10.
9. Вдовиченко Ю. В., Ювенко В. М., Жарук П. Г. Стан вівчарства на сучасному етапі трансформування економічних відносин в Україні. Науковий вісник «Асканія-Нова». Науково-теоретичний фаховий журнал. 2012. Вип. 5. ч. І. С. 3–9.
10. Тимофійшин І. І., Дереш О. М. Відгодівельні якості та м'ясна продуктивність помісних м'ясо-вовнових баранців. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Сер. «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». 2010. Вип. 18. С. 205–207.
11. Китаєва А. П., Слюсаренко І. С. Розвиток новонароджених ягнят цигайської породи залежно від генотипу батьків. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровськ, 2017. № 1. С. 95–98.
12. Продуктивность ярок разных генотипов / В. В. Абонеев и др. Овцы, козы, шерстяное дело. 2011. № 4. С. 9–11.
13. Откормочные и мясные качества молодняка овец разного направления продуктивности / В. В. Абонеев и др. Овцы, козы, шерстяное дело. 2011. № 4. С. 34–36.
14. Вовченко Б. О., Корбич Н. М. Ефективність схрещування овець таврійського типу асканійської породи з м'ясо-сальними й м'ясними баранами. Таврійський науковий вісник. Сер. «Сільськогосподарські науки». Херсон: Айлант, 2018. Вип. 99. С. 167–173.
15. Sheridan A. K. Crossbreeding and heterosis. Animal Breeding Abstracts. 1981. Vol. 49. pp. 131–139.
16. Мясная продуктивность баранчиков советской мясо-шерстной породы, матери которых имели разную живую массу / Х. Н. Гочияев и др. Овцы, козы, шерстяное дело. 2014. № 1. С. 31–32.
17. Elbeltagy A. R. Sheep Genetic Diversity and Breed Differences for Climate-Change Adaptation. Sheep Production Adapting to Climate Change. 2017. P. 149–171. Doi: http://doi.org/10.1007/978-981-10-4714-5_6.
18. Adaptation Strategies to Counter Climate Change Impact on Sheep / Sejian V., et al. Sheep Production Adapting to Climate Change. 2017. P. 413–430. Doi: http://doi.org/10.1007/978-981-10-4714-5_20.
19. Микитюк В. В., Северов О. В. Спадкова зумовленість і мінливість продуктивних ознак у ярок за впливу баранів-плідників. Розведення і генетика. Київ: Аграрна наука, 2015. Вип. 50. С. 55–60.

REFERENCES

1. Pokhil, V.I., Pokhil, O.M., Linsky, O.V., Golinskaya, O.Yu. (2017). Promyslove shreshhuvannja u vivcharstvi za uchasti porody sharove [Industrial crossbreeding in sheep breeding with the participation of layered rock]. Tvarynnystvo ta tehnologii' harchovyh produktiv [Livestock and food technology]. no. 271, pp. 149–156.
2. Ulyanov, A. N., Kulikova, A. Ya., Shestakov, A. Yu. (2001). Rost y razvedenye chystopородnyh jagnjat severokavkazskoj mjaso-sherstnoj porody y ee pomesej s porodoj teksel' [Growth and breeding of pure-bred lambs of the North Caucasian meat and wool breed and its crossbreeds with Texel]. Ovtsy,kozy, sherstnoe delo [Sheep, goats, woolly business]. no. 3, pp. 20–21.
3. Sviridov, V. I., Pavlov, M. B. (2001). Rost i mjasnaja produktivnost' jagnjat kavkazskoj porody i pomesej ot baranov teksel' i ostfrizskoj porod [Growth and meat productivity of Caucasian lambs and crosses from Texel rams and Ostfries breed]. Ovtsy,kozy, sherstnoe delo [Sheep, goats, woolly business]. no. 4, pp. 66–68.

4. Chepur, V. K. (1998). Ispol'zovanie selekcionnyh dostizhenij dlja formirovanija konkurentosposobnoj otrosli ovcevodstva Odesskoj oblasti [Use of selection achievements for the formation of a competitive growth of sheep husbandry in Odessa region]. *Vivcharstvo* [Sheep breeding]. Issue 30, pp. 121–122.
5. Petrenko, I. P., Zubets, M. V., Vinnychuk, D. T., Petrenko, A. P. (1997). Genetyko-populjacionni procesy pry rozvedenni tvaryn [Genetic population processes in animal breeding]. Kyi'v: Agrarna nauka [Agrarian Science, Kyiv]. 478 p.
6. Gojchuk, O. I. (2007). Osnovni pryncypy prodovol'choi' bezpeky v umovah global'noi' prodovol'choi' kryzy [Basic principles of food security in the conditions of global food crisis]. Available at: <http://elibrary.nubip.edu.ua/13648/1/12goi.pdf>. 3.
7. Koshchiiy, O. V. (2013). Problemy zabezpechennja naselennja Ukrai'ny prodovol'stvom. ISSN 2071-4653 Soc.-ek. problemy suchas. periodu Ukrai'ny [Problems of providing the Ukrainian population with food, ISSN 2071-4653 Social economic problems of the modern period of Ukraine]. Issue 6 (104), pp. 441–448.
8. Birman, V. F., Ukraintseva, I. V. (2015). Ovcevodstvo kak prioritetnaja otrasl' agrarnoj jekonomiki [Sheep breeding as a priority branch of the agricultural economy]. *Trudy Kubanskogo agrarnogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of the Kuban Agrarian State University]. no. 53, pp. 7–10.
9. Vdovichenko, Yu. V., Iovenko, V. M., Zharuk, P. G. (2012). Stan vivcharstva na suchasnomu etapi transformuvannja ekonomichnyh vidnosyn v Ukrai'ni [State of sheep farming at the present stage of transformation of economic relations in Ukraine]. *Naukovyj visnyk «Askaniya-Nova»* [Scientific Bulletin "Askania-Nova"]. Naukovo-teoretychnyj fahovyj zhurnal [Scientific-theoretical professional magazine]. Issue 5, Part I, pp. 3–9.
10. Timofyshin, I. I., Deresh, O. M. (2010). Vidgodivel'ni jakosti ta m'jasna produktyvnist' pomisnyh m'jaso-vovnovykh baranciv [Feedback qualities and meat productivity of local meat and wool sheep]. *Zbirnyk naukovykh prac' Podil'skogo derzhavnogo agrarno-tehnichnogo universytetu* [Collection of scientific works of Podilsky State Agrarian and Technical University]. Ser. «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva» [Series "Technology of production and processing of livestock products"]. Issue 18, pp. 205–207.
11. Kitaeva, A. P., Slyusarenko, I. S. (2017). Rozvytok novonarodzenykh jagnjat cygajsk'koi' porody zalezho vid genotypu bat'kiv [Development of newborn lambs of the Tsigai breed depending on the genotype of the parents]. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo derzhavnogo agrarno-ekonomichnogo universytetu* [Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University]. Dnipro, no. 1, pp. 95–98.
12. Aboneev, V. V. (2011). Produktivnost' jarok raznykh genotipov [Productivity of different genotypes]. *Ovcy, kozy, sherstjanoe delo* [Sheep, goats, woolen work]. no. 4, pp. 9–11.
13. Aboneev, V. V. (2011). Otkormochnye i mjasnye kachestva molodnjaka ovec raznogo napravlenija produktivnosti [Feeding and meat qualities of young sheep of different directions of productivity]. *Ovcy, kozy, sherstjanoe delo* [Sheep, goats, woolen work]. no. 4, pp. 34–36.
14. Vovchenko, B. A., Korbich N. M. (2018). Efektyvnist' shreshhuvannja ovec' tavrijs'kogo typu askanijs'koi' porody z m'jaso-sal'nymy j m'jasnymy baranamy [Effectiveness of crossbreeding of Tavria sheep of Ascania breed with meat-fat and meat rams]. *Tavrijs'kyj naukovyj visnyk* [Tavria Scientific Bulletin]. Ser. «Sil'skogospodars'ki nauky» [Agricultural Sciences Series]. Kherson: Ailand, Issue 99, pp. 167–173.
15. Sheridan, A. K. (1981). Crossbreeding and heterosis. *Animal Breeding Abstracts*. Vol. 49, pp. 131–139.
16. Gochiyaev, Kh. N. (2014). Mjasnaja produktivnost' baranchikov sovet'skoj mjaso-sherstnoj porody, materi kotorykh imeli raznuju zhivuju massu [Meat productivity of sheep of the Soviet meat-wool breed, whose mothers had different live weight]. *Ovcy, kozy, sherstjanoe delo* [Sheep, goats, wool]. no. 1, pp. 31–32.
17. Elbeltagy, A. R. (2017). Sheep Genetic Diversity and Breed Differences for Climate-Change Adaptation. *Sheep Production Adapting to Climate Change*. pp. 149–171. Available at: http://doi.org/10.1007/978-981-10-4714-5_6.
18. Sejian, V., Samal, L., Soren, N. M., Bagath, M., Krishnan, G., Vidya, M. K., Bhatta, R. (2017). Adaptation Strategies to Counter Climate Change Impact on Sheep. *Sheep Production Adapting to Climate Change*. pp. 413–430. Available at: http://doi.org/10.1007/978-981-10-4714-5_20.
19. Myktyuk, V. V., Severov, O. V. (2015). Spadkova zumovenist' i minlyvist' produktyvnykh oznak u jarok za vplyvu baraniv-plidnykiv [Inheritance conditionality and variability of productive traits in the bright due to the influence of sheep-breeders]. *Rozvedennja i genetyka* [Breeding and genetics]. Kyiv: Agrarian Science, Issue 50, pp. 55–60.

Продуктивные качества овец различных генотипов

Лихач В. Я., Калининченко Г. И.

Изучено влияние промышленного скрещивания на продуктивные качества чистопородных цыгайских и помесных с романовской породой овец. Изучали выживаемость молодняка в период от рождения до отбивки их от матерей; динамику живой массы баранчиков и ярок в соответствующие возрастные периоды (при рождении, в 2-, 4-, 6,5-месячном возрасте); мясную продуктивность; шерстную продуктивность и качество овчин.

Установлено, что помесные баранчики и ярочки имели живую массу при рождении соответственно 3,9 и 4,2 кг, что на 8,3 и 7,6 % выше, чем у чистопородных ягнят. Среднесуточные приросты у помесных баранчиков составляли 192 г, у ярок – 171 г, что соответственно на 4,3 и 4,9 % больше, чем у чистопородных одногодков.

Доказано, что помесной молодняк характеризуется более высокой жизнеспособностью: сохранность ягнят до отбивки составляла 132,2 % против 115,3 % у чистопородных животных.

Масса охлажденной туши у чистопородных баранчиков составляла 14,14 кг, а у помесных – на 14,3 % больше ($P > 0,999$). Животные опытной группы имели количество мякоти в туше в среднем 12,49 кг (77,3 % от массы туши). У чистопородных баранчиков эти показатели составляли соответственно 10,52 кг, или 74,4 %. Разница по массе мякоти между тушами исследованных групп составляла 1,97 кг, или 18,7 % ($P > 0,999$). По содержанию жира помеси преобладали над чистопородными животными, в результате чего их мясо имело на 8,34 % более высокую калорийность. Помесные баранчики при откорме давали на 13,6 % больший прирост живой массы по сравнению с чистопородными. В то же время они потребляли на 4,7 % меньше кормовых единиц.

По настригу оригинальной грязной шерсти более высокие показатели были у помесных ярок. По настригу мытой шерсти они также преобладали над чистопородными животными на 2,48 кг, или на 10,7 %. Разница по длине пуха и ости составляла 32,2 % ($P>0,999$). Площадь овчин баранчиков опытной группы была больше, чем контрольной на 7,4 % ($P>0,95$) и составляла 84,0 дм². Такую же закономерность наблюдали и по площади вычиненных овчин.

Ключевые слова: шерсть, баранина, овчины, живая масса, жизнеспособность, баранчики, романовская порода, цыгайская порода.

Productive traits of sheep of different genotypes

Likhach V., Kalinichenko H.

The effect of industrial crossbreeding on the productive qualities of purebred Tsigai and Romanov sheep breeds was investigated. The following indicators were studied: the survival of the young for the period from birth to their weaning; dynamics of live weight of sheep and goats in the corresponding age periods (at birth, at 2-, 4-, 6,5-month age); meat productivity; wool productivity and sheepskin quality.

The lambs and suckers were found to have live weight at birth of 3.9 and 4.2 kg respectively, which is 8.3 and 7.6 % higher than in purebred lambs. The difference in live weight of local and purebred lambs is statistically significant ($P>0,999$). The average daily growth for the whole period in the local sheep was 192 g, in the fossa 171 g, which is 4.3 and 4.9 % respectively more than in purebred peers.

It is proved that the local young is characterized by better viability: the preservation of lambs to beating was 132.2 % against 115.3 % in purebreds.

It was studied that the mass of chilled carcass in purebred lambs was 14.14 kg, and in domestic 14.3% more ($P>0,999$). It was investigated that animals in the experimental group had an average of 12.49 kg of flesh in the carcass, which is 77.3 % by weight of the carcass. In purebred lambs these figures are respectively 10.52 kg or 74.4 %. The difference in the pulp mass between the carcasses of the study groups was 1.97 kg or 18.7% ($P>0,999$). The fat content of the mixture was superior to pure-bred animals, resulting in a higher calorie content of 8.34 %.

Proven lambs during fattening were shown to have a greater increase in live weight compared to purebred by 13.6%. At the same time, they consumed less feed units by 4.7 %.

In terms of the original dirty wool, the highest indices were in the local brightnesses. Along with this, they also outperformed purebred animals by 2.48 kg, or 10.7%. It should be noted that in Romanov sheep, as a rule, fluff is exaggerated. This trend is preserved in the received mixes. The difference in the length of the down and the bones was 32.2 % ($P>0,999$). It is noted that the area of sheep sheep of the experimental group was more control by 7.4 % ($P>0,95$) and amounted to 84.0 dm². The same pattern was observed in the area of exposed sheepskin.

Key words: wool, lamb, sheepskin, live weight, viability, lambs, Romanov breed, Tsigai breed.

Надійшла 24.09.2019 р.



ЛИХАЧ В.Я., <https://orcid.org/0000-0002-9150-6730>

КАЛИНИЧЕНКО Г.І., <http://orcid.org/0000-0001-8992-3917>

УДК 636.087.085.55

ОРИЩУК О.С.

ЦАП С.В.

ІЖБОЛДІНА О.О.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**ВПЛИВ АКТИВНИХ ДРІЖДЖІВ НА ПОКАЗНИКИ
ПРОДУКТИВНОСТІ КУРЕЙ-НЕСУЧОК**

Наведено результати дослідження впливу активних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на несучість та морфологічні ознаки яєць курок-несучок кросу NOVogen brown. Птицю (n=250) було розділено на 5 груп залежно від вмісту в раціоні активних дріжджів. Замість аналогічної кількості соєвої макухи вносили активні дріжджі у кількості 0,02 %, 0,04, 0,06 та 0,08 %. Годівлю дослідних курей здійснювали двічі на добу повнораціонними комбікормами. Птицю утримували в трьох'ярусній клітковій батареї типу БКН-3А. Всі групи упродовж дослідного періоду, який тривав 180 діб, отримували повнораціонний комбікорм, переважно із зернових кормів.

Установлено, що в активних дріжджах містилося сирого протеїну 46,77 % за методом К'ельдаля та 41,64 % за методом Барштейна, на небілковий азот припадало 5,13 %, вміст сирого жиру становив 2,96 %, рівень обмінної енергії в 1 кг активних дріжджів – 362,9 МДж/кг. Амінокислотний склад активних дріжджів характеризувався перевагою замінних амінокислот, таких як глютамінова кислота (14,5 %), аспарагінова кислота (8,09 %), та незамінних – лейцин (9,2 %), лізин (8,9 %), фенілаланін (8,63 %), ізолейцин (5,6 %), треонін (5,5 %) та серин (5,3 %). Високий рівень глютамінової кислоти в дріжджах поліпшував смакові якості корму, що сприяло підвищенню апетиту у птиці та кращому поїданню нею комбікорму. За весь період науково-господарського дослідження несучість курей дослідних груп порівняно з контрольною збільшилась: у II групі – на 3,69 %; у III – 4,26, у IV – 6,63 та у V – на 5,21 %, і від них було одержано більше яєць як на початкову, так і середню несучку. Витрати корму на 10 шт. яєць у контрольній групі становили 2,14 кг корму, тимчасом у дослідних – на 5,1–7,9 % менше. Незважаючи на те, що у курей-несучок, які отримували у складі комбікорму *Saccharomyces cerevisiae* у кількості 0,08 %, продуктивність птиці була дещо нижчою, маса яєць, маса жовтка, одиниці Хау та енергетична цінність були вищими порівняно з контролем на 1,1; 11,6 (P<0,001); 1,9 (P<0,001) та 6,6 (P<0,001) % відповідно. Імовірно, це пов'язано з кращим використанням амінокислот, які надійшли з цією кормовою добавкою.

Ключові слова: кури, комбікорм, амінокислотний склад *Saccharomyces cerevisiae*, продуктивність.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-64-70

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У системі повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин одним із перспективних напрямів задоволення їх потреб у кормовому протеїні є використання білків з мікроорганізмів. Такі білки за біологічною цінністю можна порівнювати до білків тваринного походження [12].

У перспективі продукти переробки *Saccharomyces cerevisiae* можуть набути популярності завдяки різноманітним та простим можливостям їх використання, безпечності для тварин, птиці та обслуговуючого персоналу, а також відношенню до довкілля [13].

Дріжджі – збірна група одноклітинних грибів, які не мають типового міцелію та існують у вигляді окремих клітин та колоній, що брунькуються або поділяються. Науці відомо приблизно 500 їх видів. Дріжджі та дріжджові препарати вже давно використовують у прогресивному тваринництві як джерело протеїну та для сорбції мікотоксинів. Дріжджову клітину можна використовувати у годівлі різними способами – вводити в раціон не лише дріжджові клітини, а також клітинну стінку або навіть витяжки з клітинних стінок [17].

Сьогодні на ринку України представлено дріжджові препарати здебільшого зарубіжних виробників, тимчасом вітчизняних зовсім мало. Накопичено численні експериментальні дані про використання різних препаратів зарубіжного виробництва в годівлі сільськогосподарських тварин [10, 15]. Однак ефективність комплексного використання дріжджів вітчизняного виробництва вивчено недостатньо, що стримує можливість розширення сировинної бази протеїнових джерел для раціонів тварин і птиці. В Україні традиційними кормовими дріжджами є *Saccharomyces cerevisiae* і *Candida tropicalis*, однак, як видно з даних літератури, введення їх до комбікорму не забезпечує повної його збалансованості за біологічно активними речовинами [15, 16].

До складу дріжджів входить багато життєво необхідних амінокислот, таких як аргінін, гістидин, лізин, лейцин, тирозин, треонін, фенілаланін, метіонін, валін, триптофан. У золі дріжджів

джів містяться макроелементи фосфор, кальцій і натрій та мікроелементи мідь, цинк, марганець і кобальт.

Поряд з позитивними якостями дріжджів мають і ряд недоліків. Білок дріжджів бідний на сірковмісні амінокислоти і містить відносно велику кількість (3–6 %) нуклеїнових кислот [3]. Крім того, вони мають міцну оболонку, що ускладнює доступ травних ферментів до поживних речовин клітини [8].

Як відомо, дріжджів містять значну кількість протеїну і вітамінів групи В. Азотисті речовини складаються з білкових речовин (64 %) у формі альбумінів, нуклеїнових кислот (26 %), амідів і пептонів (10 %). За поживністю білок дріжджів займає проміжне місце між рослинними і високоякісними білками тваринного походження [11].

Установлено, що введення дріжджів у раціони, особливо молодняку свиней та птиці, підвищує продуктивність тварин і ефективність їх годівлі. Численні дослідження показали, що використання кормових дріжджів збільшує прирости до 15–20 % і знижує собівартість приросту на 14–17 %.

Багато вчених вивчали здатність мікроорганізмів засвоювати поживні речовини, серед них можна виділити препарати прямої та опосередкованої дії. До перших належать препарати пробіотики, виготовлені на основі пропіоновокислих, молочнокислих бактерій та біфідобактерій. Препарати опосередкованої дії включають мікроорганізми, які не належать до нормальної мікрофлори травного тракту тварин, тобто сухі кормові добавки на основі дріжджових культур. Застосування біомаси дріжджів дає змогу вирішити декілька завдань: підвищити ефективність використання поживних речовин, продуктивність птиці; пригнічувати ріст умовно-патогенної та патогенної мікрофлори кишечника, стимулювати імунітет; сприяти зростанню економічних результатів виробництва; забезпечити екологічну безпеку продукції [1].

Сьогодні в Україні питання виробництва якісної та безпечної продукції птахівництва, зокрема продуктів забою птиці, вирішується впровадженням інтенсивних технологій, які передбачають застосування різноманітних кормових добавок, серед яких вітаміни, пробіотики, пребіотики, макро- та мікроелементи. Незважаючи на те, що корисні властивості нормальної кишкової мікрофлори відомі вже понад 100 років, вчення про пробіотики тільки розвивається. Історія його становлення охоплює не більш ніж 25-річний період, коли стало відомо, що нормальна кишкова мікрофлора бере участь у підтриманні колонізаційної резистентності слизової кишечника і відіграє важливу роль у запобіганні захворюванням людини та тварини. Однак дослідження щодо впливу різної кількості активних дріжджів на продуктивність птиці є недостатніми [11]. Тому науковою гіпотезою наших досліджень було те, що годівля курок-несучок активними дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* у складі комбікорму може мати позитивний вплив на їх несучість та морфологічні показники яєць.

Мета дослідження – вивчити ефективність застосування *Saccharomyces cerevisiae* в годівлі курей-несучок та визначити їх вплив на продуктивні якості птиці.

Матеріал і методи дослідження. Матеріалом для науково-господарського дослідження були кури-несучки кросу NOVOgen brown.

За методикою [4], для дослідження було відібрано 250 голів курей-несучок – аналогів за віком, живою масою, продуктивністю, клінічним станом здоров'я. Далі методом випадкової вибірки курей розділили на п'ять груп по 50 голів у кожній – I була контрольною, II, III, IV і V – дослідними.

Птиця контрольної групи отримувала повнораціонний комбікорм, який виготовляли самостійно згідно з ДСТУ 4120–2002 у кормоцеху фабрики. У структурі кормосуміші переважали зернові корми, зокрема зерно кукурудзи – 35,0 %, зерно пшениці – 25,51, соняшниковий шрот – 15,0 та вміст соєвої макухи різнився від 12,92 до 13,00 %. Для балансування мінеральних речовин та вітамінів до кормосуміші вводили мармурову крихту у кількості 10 %, премікс Міовіт – 0,2, кухонну сіль – 0,34, холін хлорид – 0,05, монокальційфосфат – 0,7 та лізин і метіонін – по 0,2 %.

Хімічний склад комбікормів, які використовували для годівлі курей-несучок контрольної та дослідних груп, був близьким і різнився за поживністю незначно. Курам-несучкам дослідних груп у складі комбікорму замість аналогічної кількості соєвої макухи згодовували активні дріжджів у кількості 0,02 %, 0,04, 0,06 та 0,08 %. Годівлю дослідних курей здійснювали двічі на добу. Годівниці усіх дослідних груп птиці відключали від загальної технологічної лінії подачі комбікорму, і комбікорм задавали вручну. Вік птиці у науково-господарському досліді становив 300 діб. Дослідний період тривав 180 діб.

Схему науково-господарського досліджу представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Схему наукового досліджу

Група, n=50	Характер годівлі
	Зрівняльний період – 5 діб
I (контрольна)	Повнораціонний комбікорм (ПК)
II – дослідна	ПК + 0,02 % дріжджів <i>Saccharomyces cerevisiae</i> замість аналогічної кількості соєвої макухи
III – дослідна	ПК + 0,04 % дріжджів <i>Saccharomyces cerevisiae</i> замість аналогічної кількості соєвої макухи
IV – дослідна	ПК + 0,06 % дріжджів <i>Saccharomyces cerevisiae</i> замість аналогічної кількості соєвої макухи
V – дослідна	ПК + 0,08 % дріжджів <i>Saccharomyces cerevisiae</i> замість аналогічної кількості соєвої макухи

Рациони нормували за вмістом енергії та поживних речовин згідно з рекомендаціями Свеженцова А. І. [6].

Птицю утримували в трьох'ярусній клітковій батареї типу БКН-3А.

Під час проведення експерименту враховували споживання корму птицею кожної дослідної групи, хімічний склад та поживність комбікормів, збереженість поголів'я, живу масу, продуктивність. Облік яєчної продуктивності здійснювали щоденно.

Дослідження хімічного складу зразків комбікорму, дріжджів проводили в умовах навчальної лабораторії зоохімічного аналізу кормів кафедри технології годівлі і розведення тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету за традиційними методиками зоотехнічного та біохімічного аналізу [2]: початкову вологу визначали висушуванням зразків у сушильній шафі за температури 60–65 °С до постійної маси; гігроскопічну вологу – висушуванням зразків за температури 100–105 °С до постійної маси; сиру клітковину – за методом Геннеберга і Штомана; сирий жир – за кількістю знежиреного залишку в апараті Сокслета за використання ефіру як розчинника; сирого протеїну – за методом К'ельдаля; сирого золи – методом сухого озоління шляхом спалювання зразка в муфельній печі за температури 450–500 °С.

Якість яєць оцінювали за їх морфологічними показниками [11]. Для аналізу відбирали яйця в кінці кожного місяця за масою, максимально наближеною до середнього значення в групі. Визначали масу яйця (зважуванням з точністю до 0,1 г); масу шкаралупи (зважуванням); товщину шкаралупи (вимірюванням мікрометром); масу білка та жовтка (зважуванням); індекс білка (за формулою: висоту білка h ділили на суму великого та малого діаметрів білка, поділену на два – $(D + d) : 2$); індекс жовтка (за формулою: висоту жовтка ділили на суму великого та малого діаметрів жовтка, поділену на два); одиниці Хау (за спеціальною таблицею, за якою визначають якість білка залежно від його висоти та маси яйця).

Енергетичну цінність яєць визначали за формулою:

$$ЕЦ = \frac{16 \text{ мж} + 2 \text{ мб}}{\text{мЯ} - \text{мШ}} \times 100,$$

де ЕЦ – енергетична цінність у 100 г вмісту яйця, кДж;

МЖ – маса жовтка, г;

МБ – маса білка, г;

МЯ – маса яйця, г;

МШ – маса шкаралупи, г;

16 – константа енергії в 1 г жовтка;

2 – константа енергії в 1 г білка.

Результати дослідження. Активні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* складаються з висушених живих дріжджових клітин *Saccharomyces cerevisiae* (штам CNCM I-1077, не менш як 1×10^9 КУО/г), інкапсульованих жирними кислотами. Вони не містять генно-інженерно-модифікованих організмів. Їх виробляють у формі порошку від бежевого до світло-коричневого кольору. Результати визначення хімічного складу активних дріжджів показали, що в них міститься сирого протеїну 46,77 % за методом К'ельдаля та 41,64 % за методом Барштейна, на небілковий азот припадало 5,13 %, вміст сирого жиру становив 2,96 %. Крім того, було встановлено, що рівень обмінної енергії в 1 кг активних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* становив 362,9 МДж/кг.

Амінокислотний склад активних дріжджів характеризувався перевагою замісних амінокислот, таких як глютамінова кислота (14,5 %), аспарагінова кислота (8,09 %), та незамінних – лейцин (9,2 %), лізин (8,9 %), фенілаланін (8,63 %), ізолейцин (5,6 %), треонін (5,5 %), серин (5,3 %).

Високий рівень глютамінової кислоти в дріжджах поліпшував смакові якості корму, що сприяло підвищенню апетиту у птиці, відтак, кращому поїданню комбікорму.

Вміст ключових амінокислот у дріжджах *Saccharomyces cerevisiae* в 1 кг становив: лізину – 31,7 г та метіоніну – 9,5 г. Водночас вміст зазначених амінокислот у соєвій макусі, яку заміняли в раціоні зазначеною вище добавкою, становив відповідно 22 та 4,5 г.

Продуктивність курей-несучок залежить не тільки від повноцінної годівлі, але й від забезпеченості та збалансованості раціонів за всіма поживними речовинами. Саме повноцінна годівля є найвагомішим чинником, який сприяє поліпшенню якісних показників яєць і підвищенню продуктивності птиці.

Продуктивність дослідної птиці за період експерименту становила у контрольній групі 5120 шт. яєць, а у дослідних: II – 5309; III – 5355; IV – 5468 та V – 5381. За весь період науково-господарського дослідження несучість курей дослідних груп порівняно з контрольною групою збільшилась: у II групі – на 3,69 %, у III – на 4,26 %, у IV – на 6,63 % та V – 5,21 %. Від дослідного поголів'я було одержано більше яєць як на початкову, так і середню несучку.

Жива маса продуктивної птиці є показником загального стану й залежить як від повноцінності раціону, так і від кількості спожитого корму та продуктивності. Аналіз живої маси дослідних груп показав (табл. 2), що жива маса птиці на початок дослідження в усіх групах становила 1780–1830 г, тобто була практично однаковою. Однак наприкінці експерименту жива маса птиці IV дослідної групи знизилася, що свідчить про більш напружений перебіг метаболічних процесів у організмі дослідної птиці.

Таблиця 2 – Показники продуктивності курей-несучок

Показник	Група, n=50				
	контрольна	дослідна			
	I	II	III	IV	V
Збереженість, %	98	100	98	100	100
Жива маса на початку досліду, г	1780±10,3	1810±17,9	1790±21,9	1800±12,6	1830±15,2*
Жива маса в кінці досліду, г	1720±10,5	1726±16,6	1725±11,7	1710±15,8	1752±10,2*
Одержано яєць на початкову несучку, шт.	102,4	106,2	107,1	109,9	107,6
Одержано яєць на середню несучку, шт.	104,5	106,2	104,5	109,4	107,6
Продуктивність до контрольної групи, %	100	103,7	104,3	106,6	105,2
Конверсія корму, кг:					
- на 1 кг яйцемаси	3,35	3,22	3,18	3,13	3,16
- на 10 шт. яєць	2.14	2.03	2.02	1.97	2.00

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ порівняно з контролем.

Введення в раціони II, III, IV та V дослідних груп дріжджової добавки сприяло зменшенню витрат корму. Так, витрати корму на 10 шт. яєць для контрольної групи птиці становили 2,14 кг, тимчасом для дослідних вони становили на 5,1–7,9 % менше.

Маса яєць у курей-несучок III і V дослідних груп становила 63,4–63,5 г і була на 0,95–1,1 % більшою порівняно з контрольною групою (рис. 1).

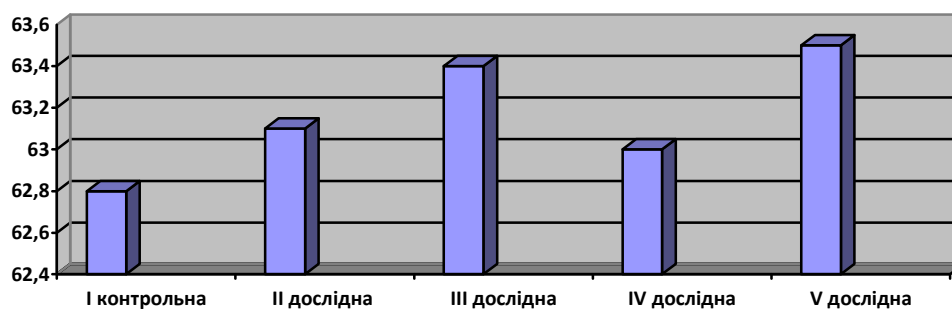


Рис. 1. Маса яйця у курей-несучок за згодовування кормів з добавкою активних дріжджів, г.

Найнижчий показник маси яєць серед дослідних груп спостерігали у птиці IV групи, що сталося, на наш погляд, внаслідок підвищення у них яйценосності.

Таблиця 3 – Морфологічні показники яєць курей-несучок ($n=10, \bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)

Показник	Група				
	контрольна	дослідна			
	I	II	III	IV	V
Маса білка, г	35,6±0,4	35,5±0,3	35,4±0,6	34,8±0,5**	33,8±0,7***
Маса жовтка, г	18,1±0,6	18,2±0,5	18,6±0,4**	18,4±0,8	20,2±0,9***
Маса шкаралупи, г	9,1±0,5	9,4±0,3	9,4±0,2*	9,9±0,4***	9,4±0,3*
Індекс білка, %	0,08±0,01	0,07±0,02	0,09±0,01	0,10±0,03*	0,09±0,04
Індекс жовтка, %	0,46±0,03	0,47±0,02	0,48±0,05	0,47±0,04	0,45±0,06
Товщина шкаралупи, мм	0,30±0,01	0,32±0,03	0,31±0,02	0,33±0,03	0,32±0,04
Одиниці Хау	80,60±0,64	82,8±0,77***	75,4±0,44***	80,9±0,73	82,1±0,76***
Енергетична цінність, кДж	678,8±2,58	673,4±1,85	682,8±5,93***	684,2±2,34***	723,7±1,89***

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ порівняно до контролю.

Серед дослідних груп, за масою білка в яйці перевагу мали кури-несучки II групи, які отримували у складі комбікорму 0,02 % *Saccharomyces cerevisiae*. Маса білка в них становила 35,5 г. Незважаючи на те, що у курей-несучок V дослідної групи, які отримували у складі комбікорму *Saccharomyces cerevisiae* у кількості 0,08 %, продуктивність була дещо нижчою, маса яєць, маса жовтка, одиниці Хау та енергетична цінність для їхніх яєць були вищими на 1,1; 11,6 ($P < 0,001$); 1,9 ($P < 0,001$) та 6,6 ($P < 0,001$) % відповідно, порівняно з контрольною групою. Це, на наш погляд, пов'язано з кращим використанням амінокислот, які надійшли з цієї кормової добавки.

Індекси білка та жовтка в усіх дослідних групах були практично однаковими.

Серед показників якості білка найбільший зв'язок з його індексом мають одиниці Хау, оскільки ці показники визначаються на основі вимірювання щільного білка. Оптимальне значення одиниць Хау для харчових яєць становить 65–87. Дослідженнями встановлено, що показники одиниць Хау як в контрольній, так і в дослідних групах були в межах норми і становили 75,4–82,1 одиниць.

Варто зазначити, що введення до комбікорму птиці сухих дріжджів зумовило підвищення енергетичної цінності яєць. Особливо це стосується птиці V дослідної групи, яка у складі раціону отримувала 0,08 % кормової добавки. Енергетична цінність яєць у курей цієї групи становила 723,7 кДж, що на 6,6 % більше, ніж в аналогів контрольної групи ($P < 0,001$). Лише в курей-несучок II дослідної групи енергетична цінність яєць була нижчою (на 0,8 %) від цього показника для контрольної групи, що, на наш погляд, пов'язано зі зниженням продуктивності у птиці цієї групи.

Висновки. Введення у раціони курей-несучок активних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* дало змогу підвищити несучість курей на 3,7–6,6 % і позитивно вплинуло на морфологічний склад їхніх яєць. Так, у курей дослідних груп маса яєць збільшилася на 0,3–1,1 %, маса жовтка – на 0,5–11,6, маса шкаралупи – на 3,3–8,8 % порівняно з контрольною групою.

Збільшення кількості активних дріжджів до 0,08 % у складі комбікорму V дослідної групи супроводжувалося підвищенням енергетичної цінності яєць на 6,6 % порівняно з контролем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Безпалько А.В., Безносук О.Ю. Порівняльна оцінка впливу різних добавок дріжджових культур і суміші кукурудзяного силосу з ячмінною і кукурудзяною дертю. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Серія «Корми і кормовиробництво». 2014. 108 с.
2. Петухова Е. А., Бессарабова Р. Ф., Халенева Л. Д., Антонова О. А. Зоотехнический анализ кормов. Москва: Агропромиздат, 1989. № 2. С. 41–43.
3. Егоров Б. В., Чернега І. С. Розробка і використання нетрадиційних кормових добавок у годівлі курей-несучок. Зернові продукти і комбікорми. 2016. № 61. С. 25–28.
4. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. І. І. Ібатуліна, О. М. Журковського. Київ: Аграрна наука, 2017. 328 с.
5. Афанасьев В.А., Никишов А.А., Соломаха Н. А. Минеральный состав сырых пивных дрожжей, дробины и гранулированной кормовой смеси. Ветеринария и кормление. 2019. С. 18–19.

6. Свеженцов А.И., Горлач С. А., Мартыняк С.В. Комбикорма, премиксы, БВМД для животных и птицы. Днепропетровск: АРТ–ПРЕСС, 2008. 412 с.
7. Калмыкова А.И. Системная реакция организма экспериментальных животных на длительный прием пробиотика. Бюллетень СО РАМН. 2005. №3. С. 97–101.
8. Кулик М.Ф., Безпалько А.В., Тучик А.В. Влияние дрожжевых культур на продуктивность, содержание жира, белка и микроэлементов в молоке коров при разных типах кормления. Кормопроизводство. Москва. 2014. С. 36–38.
9. Молекулярно-біологічні механізми дії дріжджів на організм тварин / Г. В. Колісник та ін. Біологія тварин. 2010. 34 с.
10. Фисинин В.И., Тищенко А.Н., Егоров И. А. Оценка качества кормов, органов, тканей, яиц и мяса птицы. Методическое руководство ВНИТИП Сергиев Посад. 1998. 114 с.
11. Цап С.В., Орішук О.С., Рубан Н.О., Мусіч О.І. Продуктивна дія кормових добавок із введенням пальмового жиру на перетравність корму та продуктивність курчат-бройлерів. Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК: 2016. Т.4. № 1. 2016.
12. Харитонова Л.А. Формирование микробиоты кишечника и способы коррекции нарушений микробиоценоза у детей раннего возраста. Педиатрия. 2007. № 2. С. 108–113.
13. Фрерикс Я. Влияние пивных дрожжей Leiber BT на молочную продуктивность и рубец дойных коров в первые 100 дней лактации. Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 5. С. 24–25.
14. Яценко Л.І., Рак Т.М. Біологічна роль мікроорганізмів у підвищенні поживності кормів для свиней. ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 2. С. 80–83.
15. Ayasan T. The effect of dietary inclusion of probiotic protexin on egg yield parameters of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) / T. Ayasan, et al. Int. J. Poult. Sci. 2006. Vol. 5. No. 8. P. 776–779.
16. Orishchuk O.S., Tsap S.V., Chernenko O.M. (2019). Environmental justification for using of active yeast in laying hens diet. 9(2). P. 189–194.
17. Use of commercial Probiotics supplement in meat goat / Whitley N. C., et al. J. Anim. Sci. 2009. Vol. 87. P. 723–728.

REFERENCES

1. Bezpal'ko, A.V., Beznosjuk, O.Ju. (2014). Porivnjaľna ocinka vplivu rızniľ dobavok drizhdzhovih kul'tur i sumishi kukurudzjanogo silosu z jachminnoju i kukurudzjanuju dertju [Comparative evaluation of the effects of different yeast additives and corn silage mix with barley and corn husk]. Mizhvidomchij tematičnij naukovij zbirnik [Interagency thematic scientific collection]. Serija «Kormi i kormovirobnictvo» [Feed and Feed Production Series]. 108 p.
2. Petuhova, E.A., Bessarabova, R.F., Haleneva, L.D., Antonova, O.A. (1989). Zootehnicheskij analiz kormov [Zootechnical analysis of feed]. Moscow: Agropromizdat, no. 2, pp. 41–43.
3. Egorov, B.V., Chernega, I.S. (2016). Rozrobka i vikoristannja netradicijnih kormovih dobavok u godivli kurej-nesuchok [Development and use of non-traditional feed additives in feeding laying hens]. Zernovi produkti i kombikormi [Cereal products and compound feeds]. no. 61, pp. 25–28.
4. Ibatulina, I.I., Zhukors'kogo, O.M. (2017). Metodologija ta organizacija naukovih doslidzen' u tvarinnictvi: posibnik [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry: a guide]. Kyiv: Agricultural Science, 328 p.
5. Afanas'ev, V.A., Nikishov, A.A., Solomaha, N.A. (2019). Mineral'nyj sostav syryh pivnyh drozhzhej, drobiny i granulirovannoj kormovoj smesi [The mineral composition of raw brewer's yeast, grains and granular feed mixture]. Veterinarija i kormlenie [Veterinary and feeding]. pp. 18–19.
6. Svezhencov, A.I., Goralach, S.A., Martynjak, S.V. (2008). Kombikorma, premiksy, BVMD dlja zhivotnyh i pticy [Compound feeds, premixes, BVMD for animals and birds]. Dnepropetrovsk: ART –PRESS, 412 p.
7. Kalmykova, A.I. (2005). Sistemnaja reakcija organizma jeksperimental'nyh zhivotnyh na dlitel'nyj priem probiotika [The systemic reaction of experimental animals to prolonged use of a probiotic]. Bulletin SB RAMS. no. 3, pp. 97–101.
8. Kulik, M.F., Bezpal'ko, A.V., Tuchik, A.V. (2014). Vlijanie drozhzhevyh kul'tur na produktivnost', soderzhanie zhira, belka i mikrojelementov v moloke korov pri raznyh tipah kormlenija [The influence of yeast cultures on the productivity, content of fat, protein and trace elements in cow's milk for different types of feeding]. Feed production. Moscow, pp. 36–38.
9. Kolisnik, G.V., Kamins'ka, M.V., Borec'ka, N.I. (2010). Molekuljarno-biologični mehanizmy dii' drizhdzhiv na organizm tvaryn [Molecular and biological mechanisms of action of yeast on the animal body]. Biologija tvaryn [Animal biology]. 34 p.
10. Fisinin, V. I., Tishhenkov, A.N., Egorov, I.A. (1998). Ocinka kachestva kormov, organov, tkanej, jaic i mjasn pticy [Evaluation of the quality of feed, organs, tissues, eggs and poultry]. Metodicheskoe rukovodstvo VNITIP Sergiev Posad [Methodical guide VNITIP Sergiev Posad]. 114 p.
11. Cap, S.V., Orishchuk, O.S., Ruban, N.O., Musich, O.I. Produktivna dija kormovih dobavok iz vvedenjam pal'movogo zhiru na peretravnist' kormu ta produktivnist' kurchat-broyleriv [Productive effect of feed additives with the introduction of palm fat on the digestibility of feed and productivity of broiler chickens]. Naukovo-tehnichnij bjuleten' NDC biobezpeki ta ekologičnogo kontrolju resursiv APK: 2016 [Science and Technology Bulletin of the NDC Biosafety and Environmental Control of Agro-Industrial Resources: 2016]. Vol. 4, no. 1, 2016.
12. Haritonova, L.A. (2007). Formirovanie mikrojekologii kishechnika i sposoby korrekcii narushenij mikrobiocenoza u detej rannego vozrasta [The formation of intestinal microecology and methods for correcting microbiocenosis disorders in young children]. Peditrija [Pediatrics]. no. 2, pp. 108–113.
13. Freriks, Jan. (2013). Vlijanie pivnyh drozhzhej Leiber BT na molochnuju produktivnost' i rubec dojnyh korov v pervye 100 dneľ laktacii [The effect of Leiber BT brewer's yeast on milk production and rumen of dairy cows in the first 100 days of lactation]. Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo [Dairy and beef cattle breeding]. no. 5, pp. 24–25.
14. Jacenko, L.I., Rak, T.M. (2011). Biologična rol' mikroorganizmiv u pidvishhenni pozhivnosti kormiv dlja svinej [The biological role of microorganisms in increasing the nutritional value of feed for pigs]. VISNYK Poltavsk'oi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii' [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no. 2, pp. 80–83.

15. Ayasan, T., Ozcan, B.D., Baylan, M. (2006). The effect of dietary inclusion of probiotic protexin on egg yield parameters of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Int. J. Poult. Sci.* Vol. 5, no. 8, pp. 776–779.
16. Orishchuk, O.S., Tsap, S.V., Chernenko, O.M., (2019). Environmental justification for using of active yeast in laying hens diet. 9(2), pp. 189–194.
17. Whitley, N. C., Cazac, D., Rude, B. J., Jackson-O'Brien, D., Parveen, S. (2009). Use of commercial Probiotics supplement in meat goat. *J. Anim. Sci.* Vol. 87, pp. 723–728.

Влияние активных дрожжей на показатели продуктивности кур-несушек

Оришук О.С., Цап С.В., Ижболдина О.О.

Приведены результаты исследования влияния активных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на яйценоскость и морфологические показатели яиц кур-несушек кросса NOVOgen brown. Птица (n = 250) была распределена на 5 групп в зависимости от содержания в рационе активных дрожжей. Вместо аналогичного количества соевого жмыха вносили активные дрожжи в количестве 0,02 %, 0,04, 0,06 и 0,08 %. Кормление подопытных кур осуществляли дважды в сутки полнорационными комбикормами. Птицу содержали в трёхъярусной клеточной батарее типа БКН-3А. Все группы в течение опытного периода, который длился 180 суток, получали полнорационные комбикорма, преимущественно из зерновых кормов.

Определено, что в активных дрожжах содержится сырого протеина 46,77 % по Кьельдалю и 41,64 % по Барштейну, на небелковый азот приходится 5,13 %, содержание сырого жира составляет 2,96 %, уровень обменной энергии в 1 кг активных дрожжей – 362,9 МДж/кг. Аминокислотный состав активных дрожжей характеризовался преимущественно заменимыми аминокислотами, такими как глутаминовая кислота (14,5 %), аспарагиновая кислота (8,09 %) и незаменимыми – лейцин (9,2 %), лизин (8,9 %), фенилаланин (8,63 %), изолейцин (5,6 %), треонин (5,5 %) и серин (5,3 %). Высокий уровень глутаминовой кислоты в дрожжах улучшал вкусовые качества корма и способствовал повышению аппетита у птицы и лучшему поеданию ею комбикорма. За весь период научно-хозяйственного опыта яйценоскость кур опытных групп по сравнению с контрольной увеличилась: во II группе – на 3,69 %; в III – на 4,26, в IV – 6,63 и в V – на 5,21 %, и от них было получено больше яиц как на начальную, так и среднюю несушку. Затраты корма на 10 шт. яиц в контрольной группе составили 2,14 кг корма, тогда как в подопытных – на 5,1–7,9 % меньше. Несмотря на то, что у кур-несушек, получавших в составе комбикорма *Saccharomyces cerevisiae* в количестве 0,08 %, производительность птицы была несколько ниже, масса яиц, масса желтка, единицы Хау и энергетическая ценность были выше по сравнению с контролем на 1,1; 11,6 (P<0,001); 1,9 (P<0,001) и 6,6 % (P<0,001) соответственно. Предполагается, что это связано с лучшим использованием аминокислот, которые поступили с этой кормовой добавкой.

Ключевые слова: куры, комбикорм, аминокислотный состав *Saccharomyces cerevisiae*, производительность.

Effect of active yeast on productive traits of chicken-livers

Orishchuk O., Tsap S., Izhboldina O.

The results of the studying of active yeasts *Saccharomyces cerevisiae* influence on the egg-laying capacity and morphological characteristics of the hens "NOVOgen brown" breed eggs are presented. 250 laying hens were divided into five groups of 50 birds. In scientific and economic experiment laying hens of experimental groups were fed with combined feed containing active yeast in the amount of 0.02, 0.04, 0.06 and 0.08% instead of a similar amount of soybean meal. The feeding of experimental hens was carried out twice a day with complete combined feed. The poultry was kept in triple-deck cages. During the study period, which continued 180 days, all groups received complete combined feed mainly from cereal. The results of the determination of the chemical composition of active yeast showed that they contain raw protein 46.77% by Kjeldahl method and 41.64% by Barstein method, non-protein nitrogen – 5.13%, raw fat – 2.96%. As a result of the research it was found that the level of exchange energy in 1 kg of active yeast *Saccharomyces cerevisiae* was 362.9 MJ/kg. The amino acid composition of active yeasts was characterized by the advantage of nonessential amino acids such as glutamic acid (14.5 %), aspartic acid (8.09%) and essential amino acid as leucine (9.2 %), lysine (8.9 %), phenylalanine (8.63%), isoleucine 5.6 %, threonine (5.5%) and serine (5.3 %).

The high level of glutamic acid in the yeast improves the taste of the feed, which resulted in increased appetite and better in taking of the feed. Thus, during the entire period of scientific and economic experiment the egg-laying capacity of hens of experimental groups in relation to the control group increased: in the 2nd group by 3.69%; in the 3d group by 4.26%, in the 4th group by 6.63% and in the 5th group by 5.21%, and more eggs were received in the experimental groups from both the primary and the average laying hen. Despite the fact that in the 5th experimental group where hens received *Saccharomyces cerevisiae* in the amount of 0.08 % in the combined feed, the productivity of the poultry was slightly lower, but the egg mass, the yolk mass, the Haugh unit and the energy value were higher by 1.1; 11.6 (P<0.001); 1.9 (P<0.001) and 6.6 % (P<0.001) respectively. This is related to the best using of amino acids from this feed supplement.

Key words: chickens, compound feed, amino acid composition of *Saccharomyces cerevisiae*, productivity.

Надійшла 24.09.2019 р.



ОРИШУК О.С., <https://orcid.org/0000-0002-6140-570X>

ЦАП С.В., <https://orcid.org/0000-0002-2495-949X>

ИЖБОЛДИНА О.О., <https://orcid.org/0000-0002-8816-2228>

УДК 638.92.033:577.1

АНДРІЄНКО Л.М.

ОТЧЕНАШКО В.В.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України***ВПЛИВ РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ МЕТІОНІНУ НА ПОКАЗНИКИ
ПРОДУКТИВНОСТІ МОЛОДНЯКУ КРОЛІВ**

Представлено результати дослідження впливу різних джерел метіоніну в комбікормі на живу масу, забійні показники, перетравність поживних речовин, баланс нітрогену, хімічний та амінокислотний склад найдовшого м'яза спини, морфологічні показники крові молодняку кролів. Жива маса кролів 2-ї дослідної групи, якій додавали до комбікорму синтетичний LM, у віці 70, 77 та 84 діб, достовірно перевищує контрольну групу відповідно на 2,1; 2,5; 2,6 % ($P < 0,01$). Згодовування комбікорму з додаванням LM сприяє збільшенню показників передзабійної маси на 2,7 % ($P < 0,05$), маси тушки з нирками – на 5,6 ($P < 0,05$), печінки – на 10,6, найдовшого м'яза спини – на 0,1 %. Забійний вихід у 2-ї дослідній групі був вищим, ніж в аналогів контролю і 3-ї дослідної групи на 2,7 та 2,8 % відповідно. У молодняку кролів, що споживав раціон з LM, показники перетравності були вищими за контроль. Перетравність органічної речовини, протеїну, жиру, клітковини, БЕР у 2-ї групі переважав контрольну на 0,3 %; 0,3; 0,4; 0,7 та 0,1 % відповідно. Аналіз даних дослідження балансу нітрогену показав, що 2-а група азоту з кормом прийняла на 0,4 г, або 0,8 % більше порівняно з контрольною групою. З калом виділено найменше азоту у 2-ї групі, що на 0,01 г, або 0,8 % менше порівняно з контролем. Комбікорм з додаванням LM вплинув на хімічний склад найдовшого м'яза спини кролів. Протеїну у м'язах 2-ї дослідної групи було більше, ніж у контрольному зразку на 0,03 %. Молодняк кролів 2-ї дослідної групи мав вищий уміст амінокислот у м'язах та перевершував аналогів контрольної і 3-ї дослідної груп на 1,9 та 4,2 % відповідно. Морфологічні показники крові дослідних кролів, які споживали комбікорм, де джерелом метіоніну був LM, перевищували значення для аналогів контрольної і 3-ї дослідної груп, однак різниця не була статистично значущою. Таким чином, комбікорм з умістом метіоніну 0,41 %, джерелом якого є LM, покращує показники продуктивності молодняку кролів м'ясного напрямку продуктивності.

Ключові слова: кролі, метіонін, жива маса, комбікорм, забійний вихід, перетравність, баланс нітрогену, амінокислота, морфологія.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-71-80

Постановка проблеми. Метіонін – моноаміномонокарбонова сірковмісна амінокислота. У процесі обміну здатна зв'язуватися з іншими сполуками, є джерелом метильних груп. Метіонін бере активну участь у білковому, вуглеводному і жировому обміні, окисно-відновних процесах організму, необхідний для синтезу гемоглобіну.

Метіонін не може синтезуватися в організмі і повинен обов'язково надходити з їжею. Рослинні корми, які використовують у годівлі кролів, бідні на метіонін. Щоб задовольнити потребу кролів у метіоніні (Met), рекомендовано додавати до раціону кормові добавки цієї амінокислоти. На ринку кормів існують різні види синтетичного Met, такі як DL-Met (далі – DLM), рідкий гідроксианалог Met (MHA), сухий гідроксианалог Met (MNA-Ca) та L-Met (LM).

Дефіцит метіоніну в раціонах птиці супроводжується втратою апетиту, атрофією м'язів, ожирінням печінки і порушенням функції нирок, погіршує стан пера та зменшує в крові вміст альбумінів і гемоглобіну, спричиняючи анемію.

Водночас за надлишку метіоніну в організмі спостерігається дисбаланс амінокислот – знижується використання азоту організмом, збільшується потреба в аргініні та гліцині, порушення обміну речовин і уповільнення швидкості росту молодняку.

Спеціалісти з годівлі можуть компенсувати потребу тварин у метіоніні декількома способами: введенням у раціон сировини з високим умістом цієї амінокислоти або додаванням синтетичних препаратів амінокислот. Наприклад, потребу в метіоніні на рівні 0,1 % можна задовольнити додаванням у раціон 16 % соєвого шроту, 5,6 % рибного борошна або 0,1 % синтетичного DLM. Задовольнити потребу тварин у метіоніні за рахунок додавання в раціон його синтетичного препарату є найбільш економічним і раціональним рішенням, оскільки дає змогу уникнути надлишкового рівня незбалансованого протеїну, який найчастіше супроводжується здорожчанням раціону і зниженням продуктивності тварин.

Організм може використовувати тільки L-форму Met, тимчасом D-форма не може використовуватися, доки не перетвориться в L-форму в печінці [1]. Отже, тільки LM може метаболізуватися в глутатіон і таурин, щоб функціонувати як антиоксидант у кишечнику і печінці [2, 3].

Якщо додавати до раціону кормову добавку LM, це може збільшити рівень використання Met у тканинах [4, 5].

LM, який отримують у ході хімічного і ферментативного процесів, має вищу біологічну доступність і екологічність. Вміст метіоніну в L-формі становить 100 % L- Met [2, 6].

Балансування раціонів молодняку м'ясних кролів за метіоніном залишається невирішеним і потребує детального дослідження.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження з додаванням метіоніну до раціону молодняку свиней показали, що введення LM або DLM покращувало утримання нітрогену (N) і зменшувало його виведення. Склад N в калі свиней, які отримували корм з додаванням однакових рівнів DLM або LM, не різнився, що вказує на те, що DLM і LM однаково біодоступні як джерела метіоніну для молодняку свиней [7, 8, 9, 10].

Порівняльні дослідження впливу харчових добавок LM та DLM на показники росту і здоров'я кишечника було проведено на молодняку свиней і птиці. Результати досліджень показали, що показники продуктивності птиці та молодняку свиней за використання LM були вищими порівняно з DLM [11, 5].

Вимірювання маси імунних органів є поширеним методом оцінювання імунного статусу тварин. У дослідженнях на птиці вченими було встановлено, що додавання метіоніну, ймовірно, мало користь для імунної функції бройлерів, виходячи з відсутності збільшеної відносної ваги виличкової залози, селезінки або бурси Фабриціуса птахів у результаті додавання метіоніну [12].

Дослідження різних фракцій плазми крові UN та UA є дієвим механізмом, що відображає рівень використання білків в організмі тварин. Так, вченими встановлено вплив заміни рибного борошна на синтетичний метіонін у раціоні птиці на вміст сечовини в крові та концентрацію сечової кислоти та вміст азоту в посліді [13]. В експерименті вміст UN та UA у плазмі крові зменшувався зі збільшенням добавки або LM, або DLM, що підтверджує підвищення ефективності використання азоту у бройлерів за рахунок додавання метіоніну. Було доведено, що додавання LM має вищу ефективність, ніж DLM, для зменшення вмісту UN у плазмі крові свиней.

У результаті проведених досліджень Shen та ін. було встановлено позитивний вплив L-метіоніну корму на показники росту та здоров'я кишечника у свиней порівняно зі звичайним DLM. Імовірно, це відбувається завдяки тому, що LM краще використовується у шлунково-кишковому тракті і слугує більш ефективним субстратом для метаболізму білка, ніж DLM [14].

Таким чином, зменшення вмісту UN та UA у плазмі дає підстави пропонувати додавання метіоніну для зменшення окиснювального стресу в організмі бройлерів. У результаті додавання LM та DLM змін складу плазми крові птахів не було встановлено, що свідчить про те, що LM та DLM мають однакову біологічну доступність. Подібні результати отримано на поросятах [15] і бройлерах [16]. Додаткові джерела метіоніну мали нейтральний вплив і на окиснювальний статус у курчат-бройлерів.

Є інші дані досліджень, що підтверджують ефективність використання D-форми метіоніну в організмі тварин [17].

Дані експерименту, проведеного Zelenka та ін. [18], показали кращу продуктивність бройлерів, які споживали DLM порівняно з МНА (Met гідрокси аналог), однак результати не були статистично значущими ($P > 0,05$).

Метою дослідження було встановлення найбільш ефективного джерела метіоніну в комбікормах для молодняку кролів м'ясного напрямку продуктивності, обґрунтування його впливу на живу масу кролів та показники їх забою.

Матеріал і методи дослідження. Дослід проведено на молодняку кролів м'ясного напрямку продуктивності в умовах наукової лабораторії кормових добавок на базі кафедри годівлі тварин і технології кормів ім. П. Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України. Молодняк кролів упродовж досліді годували повнораціонними комбікормами, які були збалансованими за всіма поживними та біологічно активними речовинами, але різнилися за джерелом метіоніну. Контрольній групі до раціону додавали DLM, другій групі – LM, третій – гідрокси-аналог МНА. Під час формування груп-аналогів враховували вік, живу масу, походження тварин. Дослід тривав 42 доби та був поділений на 6 підперіодів тривалістю 7 діб. Поставлені в роботі завдання вирішували за використання зоотехнічних, фізіологічних та гематологічних методів дослідження.

Упродовж основного періоду досліду молодняк кролів утримували у приміщеннях з регульованим мікрокліматом у двоярусних кліткових батареях на сітчастій підлозі, по 5 голів у клітці розміром 105x97x72 см (самців і самок – окремо). Площа підлоги на одну голову становила 0,15 м², фронт годівлі – 6 см. Корм тварини споживали з бункерних годівниць, а воду – з ніпельних напувалок, доступ до яких був вільний упродовж доби. Параметри мікроклімату відповідали встановленим нормам за СНиП 2.04.05-9. Температура повітря становила 16–20 °С, вологість – 60–80 %, тривалість світлового дня – 18 годин.

Для годівлі дослідного поголів'я кролів використовували повнораціонні гранульовані комбікорми, які різнилися джерелом метіоніну.

Оптимальним рівнем метіоніну в комбікормі для молодняку м'ясних кролів вважали 0,41 %. Склад та поживність згодовуваних комбікормів наведено у таблицях 1, 2.

Таблиця 1 – Склад комбікормів, %

Компонент	Вміст	Компонент	Вміст
Висівки пшеничні	49,5	Трав'яне борошно люцерни	8,0
Шрот соняшниковий	25,0	Премікс	2,0
Лущиння соняшникове	15,0	Кістковий концентрат	0,5

Таблиця 2 – Вміст у 100 г комбікормів енергії та основних елементів живлення для молодняку кролів, %

Показник	Вміст	Показник	Вміст
Обмінна енергія, МДж	0,92	Вітамін А, тис. МО	8,0
Сирий протеїн	17,65	Вітамін D, тис. МО	1,0
Сира клітковина	17,55	Вітамін Е, мг	40,0
Сирий жир	3,29	Селен, мг	0,1
Лізін	0,85	Кобальт, мг	0,5
Метіонін	0,41	Йод, мг	0,5
Треонін	0,70	Ферум, мг	120,0
Триптофан	0,22	Купрум, мг	10,0
Кальцій	1,19	Цинк, мг	100,0
Фосфор	0,74	Манган, мг	32,0
Натрій	0,23		

Результати дослідження та їх обговорення. Особливістю кролів є висока енергія росту. Скоростиглість залежить від генетичних особливостей і умов годівлі. В досліді вивчали динаміку росту кролів шляхом їх щотижневого зважування упродовж досліду. Згодовування кролям комбікормів з різними формами Met впливало на їх ваговий ріст. В таблиці 3 наведено динаміку росту тварин контрольної та дослідних груп.

Таблиця 3 – Зміна живої маси молодняку кролів, г

Вік, діб	Групи		
	1-а контрольна	2-а контрольна	3-я дослідна
42	1252,2±8,26	1252,5±8,62	1251,8±7,82
49	1635,3±9,12	1639,9±9,22	1631,1±9,28
56	1984,8±10,08	1994,8±10,37	1976,7±10,94
63	2308,5±11,04	2357,4±11,82	2295,2±11,99
70	2603,0±12,16	2658,9±12,23**	2576,9±12,56
77	2817,4±13,66	2889,5±13,69**	2784,1±13,80
84	2996,2±15,46	3075,8±14,83**	2957,1±15,40

Примітка: ** р<0,01 порівняно з контрольною групою.

На початку досліду жива маса тварин була подібною. Молодняк 3-ї групи, якому згодовували комбікорм з додаванням МНА, відставав за показником живої маси на 1,3 % порівняно з контрольною групою.

У кінці досліду кролі 2-ї групи мали живу масу на 2,6 % більшу, ніж тварини контрольної групи (Р<0,01).

Додавання синтетичної добавки LM до раціону позитивно впливало на ріст кролів. Жива маса кролів 2-ї дослідної групи в 70-, 77- та 84-добовому віці достовірно випереджала тварин контрольної групи відповідно на 2,1; 2,5; 2,6 % ($P<0,01$).

Молодняк 3-ї групи, якому згодовували комбікорм з додаванням МНА, в кінці досліду відставав за показником живої маси на 1,3 % порівняно з контрольною групою. Доцільним є додавання до раціону LM, оскільки він дав змогу збільшити живу масу в кінці вирощування (84 доби) на 2,6 % (79,6 г) порівняно з контрольною групою.

М'ясо кроля має гарні смакові та кулінарні властивості, воно соковите, ніжне, має низьку калорійність. В організмі людини засвоюється до 90 % білка цього м'яса, тимчасом білків яловичини – лише 62 %.

Для визначення розвитку внутрішніх органів та м'ясної продуктивності в кінці досліду у 84-добовому віці забивали по 4 голови з кожної групи (2 самці і 2 самки) з наступним розтином і зважуванням окремих органів. Для забою відбирали тварин, які за живою масою відповідали середній по групі.

За результатами зважування дійшли висновку, що різні джерела метіоніну в комбікормі для молодняку кролів по-різному впливають на забійні показники (табл. 4).

Таблиця 4 – Показники забою дослідних кролів, г

Показник	Групи		
	1-а контрольна	2-а контрольна	3-я дослідна
Передзабійна маса	2962,7±12,39	3044,3±16,54*	2927,7±9,31
Маса:			
тушки з нирками	1662,2±12,25	1755,0±13,21*	1638,5±12,90
печінки	84,2±1,20	93,1±1,31	81,6±1,19
найдовшого м'яза спини	100,0±1,36	106,0±1,37	100,1±1,39
серця	9,8±0,07	9,8±0,12	9,6±0,08
нирок	20,2±0,36	21,1±0,38	19,9±0,34
шлунка	20,4±0,59	21,8±0,65	19,3±0,56
легенів	13,7±0,31	14,0±0,22	13,4±0,21
селезінки	1,8±0,04	1,9±0,06	1,6±0,04
жовчного міхура	1,8±0,08	1,9±0,06	1,8±0,06
кишечнику	253,8±9,61	259,0±7,21	242,6±8,34

Примітка: * $p<0,05$ порівняно з контрольною групою.

Молодняк кролів 2-ї групи за показниками передзабійної маси переважав аналогів контролю на 2,7 % ($P<0,05$). Третя група, навпаки, відставала по цьому показнику від контролю на 1,2 %. За масою тушки з нирками 2-а група на 5,6 % ($P<0,05$) перевершувала контрольну групу. Показники маси печінки в 2-й групі були на 10,6 % вищі, ніж в контрольній і на 12,4 % – ніж у 3-й групі. Всі інші показники забою дослідних тварин у 2-й групі були вищими за аналогів контролю і 3-ї дослідної групи.

Дані виходу продуктів забою кролів представлено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Вихід продуктів забою кролів, %

Показник	Група		
	1-а контрольна	2-а дослідна	3-я дослідна
Забійний вихід	56,1±0,19	57,6±0,21	56,0±0,30
Найдовший м'яз спини	6,01±0,047	6,04±0,064	6,11±0,045
Печінка	5,07±0,036	5,30±0,036	4,98±0,038
Легені	0,82±0,013	0,80±0,008	0,81±0,011
Нирки	1,21±0,018	1,20±0,016	1,22±0,012
Серце	0,59±0,002	0,56±0,006	0,59±0,002
Селезінка	0,11±0,002	0,11±0,001	0,10±0,002

Усі групи тварин за показниками виходу забою мали однаково високі результати. Вірогідної різниці не спостерігали. Однак забійний вихід у 2-й дослідній групі був вищий за аналогів контролю і 3-ї дослідної групи на 2,7 та 2,8 % відповідно. Згодовування кролям 2-ї групи комбікорму з додаванням LM сприяло зміні виходу продуктів забою порівняно з аналогами контрольної та 3-ї груп.

Забійний вихід був найвищим у кролів 2-ї групи і становив 57,6 %. Найнижчим цей показник був у 3-й дослідній групі, якій додавали до комбікорму МНА. Вихід найдовшого м'яза спини в 3-й груп, навпаки, перевищував контроль та 2-у групу відповідно на 0,10 та 0,07 %. Додавання LM до комбікорму кролів сприяло найбільшому виходу печінки в 2-й групі, що на 0,23 % більше за контроль. Кролі контрольної групи, яким додавали до комбікорму DLM, переважали 2-у та 3-ю дослідні групи за виходом легень на 0,02 та на 0,01 % відповідно. Показники виходу нирок, серця та селезінки були близькими у всіх групах і знаходились у межах норми.

Від складу та правильно збалансованого за амінокислотами раціону залежить, чи отримає тварина необхідні поживні речовини. На організм тварини впливають в основному перетравлені речовини, які всмоктались у кров та лімфу. Чим більше таких речовин у кормі, тим краще цей корм впливає на стан тварини, її продуктивність, відтворну здатність. У зв'язку з цим у 78-добовому віці у науково-господарських дослідях проводили фізіологічні дослідження з вивчення перетравності поживних речовин, балансу нітрогену за методом, стандартизованим Всесвітньою організацією живлення кролів. Для цього, за принципом аналогів, з кожної групи було відібрано по дві голови самців та дві голови самок кролів, яких було розміщено індивідуально у спеціально обладнаних клітках, з урахуванням підготовчого періоду, який тривав 3 доби. Під час облікового періоду дослідження, який тривав 6 діб, щоденно визначали масу спожитого комбікорму, виділеного калу та сечі кожною твариною. Фекалії збирали щодоби вранці, а сечу – двічі на добу – вранці та ввечері. Визначали співвідношення спожитого комбікорму до виділеного калу та сечі кожною твариною. Зібраний кал зважували та консервували методом заморожування за температури -18°C . Зразки середньої проби сечі від кожною тварини консервували тимолом та зберігали у холодильнику. Досліджувані комбікорм складали у поліетиленові пакети, запаявали та зберігали в холодильнику.

Було досліджено перетравність поживних речовин кормів з різними джерелами метіоніну. Дані перетравності раціонів представлено в таблиці 6.

Таблиця 6 – Перетравність поживних речовин раціону, %

Поживна речовина	Група		
	1-аконтрольна	2-а дослідна	3-я дослідна
Органічна речовина	71,1 $\pm$ 0,23	71,4 $\pm$ 0,19	70,6 $\pm$ 0,14
Протеїн	75,9 $\pm$ 0,56	76,2 $\pm$ 0,69	75,0 $\pm$ 0,44
Жир	78,9 $\pm$ 0,33	79,3 $\pm$ 0,44	78,0 $\pm$ 0,73
Клітковина	33,8 $\pm$ 0,41	34,5 $\pm$ 0,87	33,2 $\pm$ 0,86
БЕР	83,7 $\pm$ 0,27	83,8 $\pm$ 0,47	83,4 $\pm$ 0,54

У кролів дослідних груп перетравність поживних речовин за всіма показниками була подібною. Порівнюючи показники дослідних груп, встановили, що 1-а та 2-а групи незначно перевершували 3-ю. Перетравність органічної речовини, протеїну, жиру, клітковини, БЕР у 2-й групі переважала показники для контрольної на 0,3 %, 0,3, 0,4, 0,7 та 0,1 % відповідно. 3-я група, навпаки, за поживністю органічної речовини, протеїну, жиру, клітковини, БЕР відставала від контролю на 0,5 %; 0,9; 0,9; 0,6; 0,3 % відповідно.

Як видно з таблиці 7, додавання до раціону LM у кількості 0,41 % позитивно впливає на перетравність поживних речовин.

Таблиця 7 – Середньодобовий баланс нітрогену у дослідних кролятах, г

Показник	Групи		
	1-а контрольна	2-а дослідна	3-я дослідна
Прийнято з кормом, г	5,22 $\pm$ 0,020	5,26 $\pm$ 0,024	5,13 $\pm$ 0,030
Виділено, г:			
у калі	1,26 $\pm$ 0,026	1,25 $\pm$ 0,042	1,28 $\pm$ 0,025
у сечі	2,15 $\pm$ 0,030	2,13 $\pm$ 0,026	2,12 $\pm$ 0,058
Утримано:			
в організмі, г	1,81 $\pm$ 0,056	1,88 $\pm$ 0,042	1,73 $\pm$ 0,038
до прийнятого, %	34,7 $\pm$ 0,99	35,7 $\pm$ 0,86	33,7 $\pm$ 0,77

Ефективність використання незамінних амінокислот в організмі кролів можливо оцінити за кількістю засвоєного та виділеного азоту. В таблиці 8 наведено результати фізіологічних досліджень з вивчення середньодобового балансу нітрогену в дослідних кроленят.

Проведені дослідження дали змогу встановити, що різні джерела метіоніну в раціоні по-різному вплинули на азотистий баланс в організмі тварин. У 2-й групі, якій згодовували комбікорм з додаванням L-Met, в організмі утрималося найбільше азоту. За цим показником вони перевершували контроль на 0,07 г, або 3,9 %. Найменше азоту утрималося в тілі кролів, яким згодовували раціон з додаванням МНА. Так, 3-я група утримала азоту в організмі на 4,4 % менше порівняно з контролем.

Аналіз даних таблиці 7 показує, що в 2-й групі азоту прийнято з кормом на 0,4 г, або 0,8 % більше порівняно з контролем. 3-я група, навпаки, прийняла з кормом менше азоту на 0,09 г, або 1,7 % порівняно з контрольною групою. Іншу тенденцію спостерігали за кількістю азоту у виділеному калі. Так, у 2-й групі з калом виділено найменше азоту, що на 0,01 г, або 0,8 % менше порівняно з контролем. У 3-й групі з калом виділено на 0,2 г, або 1,6 % азоту більше за контроль. Із сечею виділено азоту в 2-й та 3-й групах менше порівняно з контролем на 0,02 г, або 0,9 % та 0,03 г, або 1,4 % відповідно.

Дані балансу нітрогену показують, що 2-а дослідна група переважала, а кролі 3-ї групи поступалися контрольній, однак різниця не була статистично значущою.

У 84-добовому віці забивали по 4 голови з кожної групи з наступним розтином і визначали амінокислотний та хімічний склад найдовшого м'яза спини. Зі зміною джерела метіоніну в комбікормі кролів змінювався хімічний склад найдовшого м'яза спини (табл. 8).

Таблиця 8 – Хімічний склад найдовшого м'яза спини, %

Показник	Групи		
	1-а контрольна	2-а дослідна	3-я дослідна
Суша речовина	26,5±0,02	26,5±0,02	26,5±0,04
Зола	1,2±0,03	1,2±0,02	1,2±0,03
Органічна речовина	25,3±0,03	25,3±0,01	25,3±0,07
Протеїн	22,0±0,06	22,0±0,02	21,9±0,05
Жир	1,9±0,05	1,9±0,06	1,9±0,06
БЕР	1,3±0,02	1,3±0,08	1,4±0,13

Хімічний склад найдовшого м'яза спини суттєво не різнився в дослідних групах. У складі м'язів 2-ї дослідної групи показник сухої речовини був вищий, ніж у контрольній на 0,04 %. Вміст золи, органічної речовини, протеїну, жиру в найдовшому м'язі спини також перевищував аналогів контрольної та третьої дослідної груп. Протеїну у м'язах 2-ї дослідної групи було більше, ніж у контрольному зразку на 0,03 %. У м'язах кролів 3-ї дослідної групи містилося менше сухої речовини на 0,03 %, органічної речовини, протеїну та жиру – на 0,02 % відповідно порівняно з контролем. Уміст золи був однаковим з контрольною групою і становив 1,20 %. Вміст БЕР у м'язі 3-ї групи був найвищим. Отже, комбікорм з додаванням LM краще вплинув на хімічний склад найдовшого м'яза спини кролів.

Амінокислоти є регуляторами обміну речовин в організмі тварин. У таблиці 9 представлено вміст незамінних і замінних амінокислот у найдовшому м'язі спини кролів.

Встановлено, що зміна джерела метіоніну в раціоні дослідних кролів суттєво не вплинула на амінокислотний склад найдовшого м'яза спини. Вміст незамінних та замінних амінокислот на 1,7 та 1,5 % відповідно був більший в 2-й дослідній групі порівняно з контролем. 3-я дослідна група за незамінними і замінними амінокислотами в найдовшому м'язі спини відставала від аналогів контролю на 2,15 та 1,55 % відповідно. Загалом за сумою всіх амінокислот у найдовшому м'язі спини 2-а група перевершувала аналогів контролю і 3-ї дослідної групи на 1,9 та 4,2 % відповідно.

Зміна джерела метіоніну в раціоні дослідних кролів суттєво не вплинула на амінокислотний склад найдовшого м'яза спини. Так, молодняк кролів 2-ї дослідної групи мав вищий вміст амінокислот у м'язах.

Визначали також морфологічні показники крові, яку відбирали з сонної артерії під час забою тварин. Відомо, що за інтенсивного зростання, м'язової роботи та інших фізіологічних

процесів, а також у разі захворювань тварин співвідношення білкових фракцій змінюється. Морфологічні показники крові дослідних тварин представлено у таблиці 10.

Таблиця 9 – Вміст амінокислот у найдовшому м'язі спини молодняку кролів віком 84 доби, г

Показник	Група		
	1-а контрольна	2-а дослідна	3-я дослідна
Незамінні амінокислоти:			
лізін	1,94±0,023	1,95±0,017	1,91±0,029
метіонін+цистин	0,75±0,012	0,77±0,017	0,74±0,023
треонін	1,09±0,029	1,12±0,017	1,03±0,023
валін	1,19±0,017	1,17±0,023	1,14±0,035
ізолейцин	1,09±0,029	1,14±0,023	1,08±0,017
лейцин	1,83±0,029	1,85±0,029	1,81±0,035
фенілаланін	0,97±0,023	0,99±0,017	0,95±0,029
разом	8,85	9,00	8,66
Замінні амінокислоти:			
аланін	1,57±0,017	1,55±0,035	1,51±0,029
аргінін	1,23±0,035	1,26±0,029	1,22±0,023
аспарагінова кислота	1,62±0,017	1,64±0,035	1,59±0,029
гістидин	0,69±0,017	0,70±0,029	0,68±0,023
гліцин	0,99±0,017	1,03±0,029	0,98±0,023
глутамінова кислота	3,46±0,052	3,53±0,081	3,42±0,069
пролін	0,66±0,012	0,67±0,023	0,65±0,017
серин	0,98±0,017	1,03±0,035	0,95±0,035
тирозин	1,03±0,017	1,05±0,012	1,02±0,023
разом	12,22	12,46	12,03
Усього	21,07	21,46	20,69

Таблиця 10 – Морфологічні показники крові дослідних кроленят

Показник	Групи		
	1-а контрольна	2-а дослідна	3-я дослідна
Гемоглобін, г/л	143,0±2,48	149,5±2,10	142,5±2,78
Еритроцити, т/л	5,1±0,21	5,2±0,25	5,0±0,28
Лейкоцити, г/л	6,7±0,17	6,9±0,25	6,6±0,24
Лейкограма, %			
Еозінофіли	2,3±0,63	2,5±0,87	1,8±0,48
Паличкоядерні нейтрофіли	1,6±0,47	1,5±0,29	1,6±0,38
Сегментоядерні нейтрофіли	27,8±1,55	30,3±1,97	31,4±1,91
Лімфоцити	64,4±2,84	61,5±2,60	61,5±1,19
Моноцити	4,0±0,91	4,3±0,63	3,8±0,63

Гемоглобін у тварин 2-ї групи був на 4,5 % вищий, ніж у контрольної. Кількість еритроцитів у кролів усіх груп знаходилася в межах фізіологічної норми (4–7 млн т/л). Водночас у 2-й групі цей показник був більший за контроль на 2 %. У 2-й групі, що споживала раціон з додаванням L-метіоніну, більшість морфологічних показників крові переважала аналогів контрольної і 3-ї дослідної груп. Кількість паличкоядерних нейтрофілів у контрольної і 3-ї дослідної груп була однаковою та перевищувала показники 2-ї групи на 0,1 %. Загалом усі три дослідні групи кролів мали схожі морфологічні показники. Статистично значущої різниці між ними не виявлено.

Висновки. 1. Згодовування комбікорму з додавання LM вірогідно покращує показники росту, передзабійної маси, хімічного та амінокислотного складу м'язів, морфологічні показники крові молодняку кролів порівняно з використанням форми DLM та МНА.

2. Використання в годівлі молодняку кролів комбікормів з додаванням L-метіоніну сприяє збільшенню живої маси у віці 70, 77 та 80 діб на 4,6 % ($P<0,01$), 35 діб – на 5,3 % ($P<0,001$) порівняно з контрольною групою.

3. Додавання ЛМ сприяє збільшенню показників передзабійної маси на 2,7 % ($P < 0,05$), маси тушки з нирками – на 5,6 ($P < 0,05$), печінки – на 10,6, найдовшого м'яза спини – на 0,1 %.

4. Згодовування комбікорму з ЛМ позитивно впливає на перетравність органічної речовини, протеїну, жиру, клітковини, БЕР. За цими показниками 2-а група переважала контрольну на 0,3 %, 0,3; 0,4; 0,7 та 0,1 % відповідно.

5. Згодовування комбікормів з ЛМ збільшує показник утримання нітрогену в організмі кролів на 0,07 г, або 3,9 %.

6. Для збільшення накопичення основних поживних речовин у найдовшому м'язі спини кролів необхідно використовувати комбікорм з умістом синтетичного ЛМ.

7. Додавання ЛМ до раціону кролів сприяє підвищенню рівня гемоглобіну і кількості еритроцитів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Fang Z., Luo H., Wei H., Huang F., Qi Z., Jiang S., Peng J. Methionine metabolism in piglets fed DL-methionine or its hydroxy analogue was affected by distribution of enzymes oxidizing these sources to keto-methionine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010. Vol. 58. P. 2008–2014. Doi: <https://doi.org/10.1021/jf903317x>.
2. Finkelstein JD. Methionine metabolism in mammals. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 1990. Vol. 1. P. 228–237.
3. Tesseraud S., Metayer-Coustard S., Collin A., Seiliez I. Role of sulfur amino acids in controlling nutrient metabolism and cell functions: implications for nutrition. *British Journal of Nutrition*. 2009. Vol. 101. P. 1132–1139. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0007114508159025>.
4. Luo S., Levine, R.L. Methionine in proteins defends against oxidative stress. *Federation of American Societies for Experimental Biology Journal*. 2009. Vol. 23. P. 464–472. Doi: <https://doi.org/10.1096/fj.08-11841>.
5. Shen Y.B., Ferket P., Park I., Malheiros R.D., Kim S.W. Effects of feed grade Lmethionine on intestinal redox status, intestinal development, and growth performance of young chickens compared with conventional DL-methionine. *Journal of Animal Science*. 2015. Vol 93. P. 2977–2986. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas2015>
6. Huang J.F., Liu Z.Q., Jin L.Q., Tang X.L., Shen Z.Y., Yin H.H., Zheng Y.G. Metabolic engineering of *Escherichia coli* for microbial production of L-methionine. *Journal. Biotechnology & Bioengineering*. 2017. 114. P. 843–851. Doi: <https://doi.org/10.1002/bit.26198>.
7. Htoo J.K., Morales J.J. Bioavailability of L-Methionine relative to DL-Methionine as a methionine source for weaned pig. *Journal of Animal Sciences*. 2016. Vol. 94. P. 249–252. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas2015-9796>
8. Kong C., Park C.S., Ahn J.Y., Kim B.G. Relative Bioavailability of DL-Methionine Compared with L-Methionine Fed to Nursery Pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 2016. Vol. 215. P. 181–185. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2016.03.011>
9. Riedijk M.A., Stoll B., Chacko S., Schierbeek H., Sunehag A.L., van Goudoever J.B., Burrin D.G. Methionine transmethylation and transsulfuration in the piglet gastrointestinal tract. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2007. Vol. 104. P. 3408–3413. Doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.0607965104>
10. Tian Q.Y., Zeng Z.K., Zhang Y.X., Long S.F., Piao X.S. Effect of L- or DL-methionine Supplementation on Nitrogen Retention, Serum Amino Acid Concentrations and Blood Metabolites Profile in Starter Pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2016. Vol. 29. no. 5. P. 689–694. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0730>
11. Li Y., Lyu Z., Li Z., Liu L., Wang F., Li D., Lai C. Effects of feeding level and dietary supplementation with crystalline amino acids on digestible, metabolizable and net energy values of corn in growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2018. Vol. 240. P. 197–205. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0898>
12. Wu Q.J., Zheng X.C., Wang T., Zhang T.Y. Effects of dietary supplementation with oridonin on the growth performance, relative organ weight, lymphocyte proliferation, and cytokine concentration in broiler chickens. *BMC Veterinary Research*. 2018. Vol 14 p. 34. Doi: <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1359-6>
13. Khosravinia H., Azarfar A., Sokhtehzary A. Effects of substituting fish meal with poultry by-product meal in broiler diets on blood urea and uric acid concentrations and nitrogen content of litter. *Journal of Applied Animal Research*. 2015. Vol 43. P. 191–195. Doi: <https://doi.org/10.1080/09712119.2014.963085>
14. Shen Y.B., Weaver A.C., Kim S.W. Effect of feed grade L-methionine on growth performance and gut health in nursery pigs compared with conventional DL-methionine. *Journal Animal Science*. 2014. Vol. 92. P. 5530–5539. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7830>.
15. Zeitz J.O., Kaltenböck S., Most E., Eder K. Effects of L-methionine on performance, gut morphology and antioxidant status in gut and liver of piglets in relation to DL-methionine. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2019. Vol. 103. P. 242–250. Doi: <https://doi.org/10.1111/jpn.13000>.
16. Zhang S., Gilbert E.R., Saremi B., Wong E.A. Supplemental methionine sources have a neutral impact on oxidative status in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2018. Vol. 102. P. 1274–1283. Doi: <https://doi.org/10.1111/jpn.12946>.
17. Cho E.S., Andersen D.W., Filer L.J. Jr., Stegink L.D. D-methionine utilization in young miniature pigs, adult rabbits, and adult dogs. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 1980. Vol. 4(6). P. 544–547. Doi: <http://doi.org/10.1177/0148607180004006544>.
18. Zelenka J., Heger, J., Machander V., Wiltafsky M., Lestak M. Bioavailability of Liquid Methionine Hydroxyanalogue-Free Acid Relative to DL-Methionine in Broilers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2013. 61. P. 1513–1520. Doi: <https://doi.org/10.1118/actaun201361051513>

REFERENCES

1. Fang, Z., Luo, H., Wei, H., Huang, F., Qi, Z., Jiang, S., Peng, J. (2010). Methionine metabolism in piglets fed DL-methionine or its hydroxy analogue was affected by distribution of enzymes oxidizing these sources to keto-methionine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 58. pp. 2008–2014. Available at: <https://doi.org/10.1021/jf903317x>.
2. Finkelstein, J.D. (1990) Methionine metabolism in mammals. *Journal of Nutritional Biochemistry*. Vol. 1, pp. 228–237.
3. Tesseraud, S., Metayer-Coustard, S., Collin, A., Seiliez, I. (2009). Role of sulfur amino acids in controlling nutrient metabolism and cell functions: implications for nutrition. *British Journal of Nutrition* Vol. 101, pp. 1132–1139. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0007114508159025>.
4. Luo, S., Levine, R.L. (2009). Methionine in proteins defends against oxidative stress. *Federation of American Societies for Experimental Biology Journal*. Vol. 23, pp. 464–472. Available at: <https://doi.org/10.1096/fj.08-11841>.
5. Shen, Y.B., Ferket, P., Park, I., Malheiros, R.D., Kim, S.W. (2015) Effects of feed grade L-methionine on intestinal redox status, intestinal development, and growth performance of young chickens compared with conventional DL-methionine. *Journal of Animal Science* Vol 93, pp. 2977–2986. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas2015>
6. Huang, J.F., Liu, Z.Q., Jin, L.Q., Tang, X.L., Shen, Z.Y., Yin, H.H., Zheng, Y.G. (2017). Metabolic engineering of *Escherichia coli* for microbial production of L-methionine. *Journal. Biotechnology & Bioengineering*. 114, pp. 843–851 Available at: <https://doi.org/10.1002/bit.26198>.
7. Htoo, J.K., Morales, J.J. (2016). Bioavailability of L-Methionine relative to DL-Methionine as a methionine source for weaned pig. *Journal of Animal Sciences*. Vol. 94, pp. 249–252. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas2015-9796>
8. Kong, C., Park, C.S., Ahn, J.Y., Kim, B.G. (2016). Relative Bioavailability of DL-Methionine Compared with L-Methionine Fed to Nursery Pigs. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 215. pp. 181–185. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2016.03.011>
9. Riedijk, M.A., Stoll, B., Chacko, S., Schierbeek, H., Sunehag, A.L., van Goudoever, J.B., Burrin, D.G. (2007). Methionine transmethylation and transsulfuration in the piglet gastrointestinal tract. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 104, pp. 3408–3413. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.0607965104>
10. Tian, Q.Y., Zeng, Z.K., Zhang, Y.X., Long, S.F., Piao, X. S. (2016). Effect of L- or DL-methionine Supplementation on Nitrogen Retention, Serum Amino Acid Concentrations and Blood Metabolites Profile in Starter Pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol. 29, no. 5, pp. 689–694. Available at: <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0730>
11. Li, Y., Lyu, Z., Li, Z., Liu, L., Wang, F., Li, D., Lai, C. (2018). Effects of feeding level and dietary supplementation with crystalline amino acids on digestible, metabolizable and net energy values of corn in growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol. 240, pp. 197–205. Available at: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0898>
12. Wu, Q.J., Zheng, X.C., Wang, T., Zhang, T.Y. (2018). Effects of dietary supplementation with oridonin on the growth performance, relative organ weight, lymphocyte proliferation, and cytokine concentration in broiler chickens. *BMC Veterinary Research*. Vol 14, 34 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1359-6>
13. Khosravinia, H., Azarfar, A., Sokhtehzary, A. (2015). Effects of substituting fish meal with poultry by-product meal in broiler diets on blood urea and uric acid concentrations and nitrogen content of litter. *Journal of Applied Animal Research*. Vol 43, pp. 191–195. Available at: <https://doi.org/10.1080/09712119.2014.963085>
14. Shen, Y.B., Weaver, A.C., Kim, S.W. (2014). Effect of feed grade L-methionine on growth performance and gut health in nursery pigs compared with conventional DL-methionine. *Journal Animal Science* Vol. 92, pp. 5530–5539. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7830>.
15. Zeitz, J.O., Kaltenböck, S., Most, E., Eder, K. (2019) Effects of L-methionine on performance, gut morphology and antioxidant status in gut and liver of piglets in relation to DL-methionine. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Vol. 103, pp. 242–250. Available at: <https://doi.org/10.1111/jpn.13000>.
16. Zhang, S., Gilbert, E.R., Saremi, B., Wong, E.A. (2018). Supplemental methionine sources have a neutral impact on oxidative status in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Vol 102, pp.1274–1283. Available at: <https://doi.org/10.1111/jpn.12946>.
17. Cho, E.S., Andersen, D.W., Filer, L.J. Jr., Stegink, L.D. (1980) D-methionine utilization in young miniature pigs, adult rabbits, and adult dogs. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* Vol. 4(6), pp. 544–547. Available at: <http://doi.org/10.1177/0148607180004006544>.
18. Zelenka, J., Heger, J., Machander, V., Wiltafsky, M., Lestak, M. (2013) Bioavailability of Liquid Methionine Hydroxylanalogue-Free Acid Relative to DL-Methionine in Broilers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 61, pp. 1513–1520. Available at: <https://doi.org/10.11118/actaun201361051513>

**Влияние различных источников метионина на показатели производительности молодняка кроликов
Андрienko Л. Н., Отченашко В.В.**

Приведены результаты исследования влияния различных источников метионина в комбикорме на живую массу, убойные показатели, переваримость питательных веществ, баланс азота, химический и аминокислотный состав длиннейшей мышцы спины, морфологические показатели крови молодняка кроликов.

Полученные результаты свидетельствуют, что живая масса кроликов 2-й опытной группы, которой в комбикорме добавляли синтетический ЛМ, в возрасте 70, 77 и 84 суток достоверно превышает контрольную группу соответственно на 2,1; 2,5; 2,6 % ($P < 0,01$). Скармливание комбикорма с добавлением ЛМ способствует увеличению показателей предубойной массы на 2,7 % ($P < 0,05$), массы тушки с почками – на 5,6 ($P < 0,05$), печени – на 10,6, длиннейшей мышцы спины – на 0,1 %. Убойный выход во 2-й опытной группе был выше аналогов контроля и 3-й опытной группы на 2,7 и 2,8 % соответственно.

Переваримость органического вещества, протеина, жира, клетчатки, МАР во 2-й группе кроликов, которые потребляли ЛМ, превышала контрольную на 0,3 %, 0,3; 0,4; 0,7 и 0,1 % соответственно.

Анализ баланса азота показал, что во 2-й группе азота принято с кормом на 0,4 г, или 0,8 % больше по сравнению с контролем. С калом выделено меньше азота во 2-й группе, что на 0,01 г, или 0,8 % меньше по сравнению с контролем.

Комбикорм с добавлением LM влияет на химический состав длиннейшей мышцы спины кроликов. Протеина в мышцах 2-й опытной группы было больше, чем в контрольном образце на 0,03 %.

У молодняка кроликов 2-й опытной группы содержание аминокислот в мышцах было выше, чем у аналогов контроля и 3-й опытной группы на 1,9 и 4,2 % соответственно.

Морфологические показатели крови были выше у кроликов, которые потребляли комбикорм, в котором источником метионина был LM.

Таким образом, комбикорм с содержанием метионина 0,41 % и его источником в виде LM достоверно улучшает показатели продуктивности молодняка кроликов мясного направления продуктивности.

Ключевые слова: кролики, метионин, живая масса, комбикорм, убойный выход, переваримость, баланс азота, аминокислота, морфология.

Influence of methionine from different sources on productivity traits of young rabbits

Andrienko L., Otchenashko V.

The article presents the research results of the compound feed with different methionine sources and its effect on live weight, slaughter rates, nutrient digestibility, nitrogen balance, chemical and amino acid composition of the longest back muscle, blood morphological rates of young rabbits.

The results of the study indicate that the rabbit live weight of the 2nd experimental group, which has got to the compound feed with synthetic LM at the age of 70, 77 and 84 days significantly exceeds the control group by 2.1, 2.5, 2.6% and ($P < 0.01$) respectively. Feeding on the compound feed with the addition of L methionine contributes an increase in the indwelling mass by 2.7 ($P < 0.05$). The kidney carcass mass increases by 5.6% ($p < 0.05$), the liver mass – by 10.6% and the longest back muscle mass – by 0.1%. The slaughter yield is higher in the second group than in the control group. In the third experimental group is higher by 2.7 2.8% respectively. .

The young rabbits consuming the ration with LM have higher digestibility indices than control group. The second group exceeds the control by 0.3, 0.3, 0.4, 0.7 and 0.1%, respectively with the digestibility of organic matter, protein, fat, fiber.

The nitrogen balance data analysis shows that nitrogen has been fed by 0.4 g or 0.8% more in the second group than in the control group. The emptied feces have less nitrogen by 0.01 g or 0.8% in the second group and by 0.01 g or 0.8% less than in the control group.

The compound feed with the addition of LM affects the chemical composition of the longest rabbit back muscle. There is more protein by 0.03%. in the muscles of the second experimental group than in the control sample.

The young rabbits of the second experimental group have a higher content of amino acids in the muscles and they outperform the control analogues of the third experimental group by 1.9 and 4.2% respectively.

The rabbits feeding on LM fodder have higher morphological blood rate.

Analyzing the above, we can conclude that the feed with methionine content of 0.41% and its source in the form of L methionine, probably improves the performance of young rabbit meat productivity.

Key words: rabbits, methionine, live weight, compound feed, slaughter output, digestibility, nitrogen balance, amino acid, morphology.

Надійшла 27.09.2019 р.

УДК 636.2.087.7

РАДЧИКОВ В.Ф.

ЦАЙ В.П.

КОТ А.Н.

САПСАЛЬОВА Т.Л.

БЕСАРАБ Г.В.

РАЗУМОВСЬКИЙ С.Н.

РУП «Науково-практичний центр

Національної академії наук Білорусії з тваринництва»

ПІРОВА Л.В.

Білоцерківський національний аграрний університет

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ КОУБІОТІК ЕНЕРГІЯ В РАЦІОНАХ КОРІВ

Вивчено вплив згодовування високопродуктивним коровам енергетичної кормової добавки Коубіотік Енергія на фізіологічний стан і продуктивність.

Науково господарський дослід проводили на двох групах дійних корів по 10 голів у кожній упродовж 55 діб. Раціон корів I контрольної групи складався із сінажу злаково-бобового, силосу кукурудзяного, патоки, сіна злакового, комбікорму власного виробництва. До раціону тварин II дослідної групи в останні 15 діб сухостійного періоду вводили 0,3 кг кормової добавки, а в перші 10 діб після отелення як компенсацію втрат енергії – 0,75 кг тричі на добу. Наступні 30 діб періоду роздою тваринам II дослідної групи згодовували 0,25 кг Коубіотік Енергія, посипаючи її поверх кормосуміші.

Встановлено, що використання в раціонах високопродуктивних корів кормової добавки позитивно впливало на поїдання кормів, фізіологічний стан та продуктивність тварин. З'ясовано, що концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини раціону становила 9–16–9,2 МДж, сирого протеїну – 12,8–13,0 %, клітковини – 22,3–22,0 %. Цукрово-білкові співвідношення становило 1,04:1,0. За енергетичною поживністю раціон тварин дослідної групи був на 6 МДж вищим, однак це мало позначилося на концентрації обмінної енергії раціону. Енерго-білкові співвідношення становило 0,2–0,21. Баланс азоту в рубці у дослідних корів був позитивним і знаходився на рівні 0,13–0,4 г.

Згодовування кормової добавки Коубіотік Енергія в раціоні корів в останні 15 діб сухостійного періоду і наступні 30 діб періоду роздою сприяло активізації процесів біосинтезу білка і енергетичного обміну. Про це свідчило збільшення вмісту в сироватці крові загального білка і його альбумінової фракції, що в результаті підвищувало продуктивність тварин. Використання в раціонах корів досліджуваної добавки давало змогу підвищити надій на 8,0 %, вміст жиру в молоці – на 0,1 %, білка – на 0,24 %, лактози – на 0,11 % та знизити витрати кормів на отримання 1 кг молока на 6,1 %.

Ключові слова: кормова добавка Коубіотік Енергія, корови, раціон, кров, надій, витрати кормів, якість молока.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-81-92

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Тваринництво в Республіці Білорусь є традиційно чільною галуззю сільського господарства. Частка тваринницької продукції у загальному обсязі сільськогосподарського виробництва сягає 65 %. Яловичина є цінним харчовим продуктом у структурі м'ясних ресурсів Республіки, її частка становить 50 %.

Світовий досвід успішного розвитку тваринництва свідчить про необхідність вирішення передусім проблеми забезпечення тварин повноцінними якісними кормами [1].

У Республіці Білорусь за останні 30 років було прийнято багато рішень і постанов про поліпшення якості і поживності кормів, однак більшість із них носять декларативний характер і не були підкріплені необхідним інвестиційним забезпеченням. Нині рівень розвитку кормової бази не відповідає фізіологічним нормам годівлі тварин. Дефіцит кормів та їх низька якість не дають змоги реалізувати генетичний потенціал тварин, що призводить до зниження обсягів виробництва продукції тваринництва [2–6]. Усе це, своєю чергою, позначається на фінансово-економічному стані агропромислового комплексу Республіки Білорусь, який визначається в основному станом тваринництва, де формується більше половини всіх доходів села.

Однією з основних умов підвищення продуктивності тварин є забезпечення їх доброякісними кормами. Велике значення має збагачення раціонів і комбікормів комплексом спеціальних добавок і біологічно активних речовин [7–13]. Систематичне споживання таких кормових доба-

вок дає змогу не тільки заповнити недостатність в організмі енергетичних, пластичних і регуляторних харчових речовин, але й регулює фізіологічні функції і біохімічні реакції. Це дає змогу підтримувати фізіологічне здоров'я і знижувати ризик захворювань, у тому числі спричинених порушенням мікробного біоценозу травного тракту сільськогосподарських тварин [14–17].

Аналіз останніх досліджень показує, що основною причиною погіршення стану корів є порушення їх годівлі. Нині використовують численні концентровані корми у раціонах корів, що містять високий рівень крохмалю. У передшлунки (рубець, сітка, книжка) надходить надлишок крохмалю за нестачі простих цукрів. У результаті в рубці крохмаль зброджується не до летких жирних кислот (ЛЖК, оцтова, пропіонова, масляна), а до молочної кислоти, яка є сильним антисептиком. При цьому кислотність вмісту передшлунків знижується до pH 5,2–5,5 за норми 7,0.

Кислотні та антисептичні властивості молочної кислоти за її надлишку в передшлунках зумовлюють пригнічення мікрофлори, яка перетравлює клітковину і виробляє ЛЖК. Виникає ацидоз. Ситуація різко погіршується, якщо за високого рівня концентрованих кормів у раціоні коровам згодовують кислий силос. Клінічною ознакою некомпенсованого ацидозу в рубці є бурульки слини, що постійно звисають з рота корови. У калі з'являється маса неперетравлених частинок корму, а сам кал набуває кислого запаху. Через низьку перетравність клітковини не утворюється достатньої кількості ЛЖК, які є попередниками в синтезі елементів молока і глюкози в печінці [18–21].

Крім того, молочна кислота не всмоктується слизовими оболонками шлунково-кишкового тракту і зв'язує великі обсяги води. Практично в передшлунках із зернових кормів утворюється прокисла каша. Цей процес завершується проносом. За проносів у тварин виникає дефіцит усіх необхідних продуктів для життєдіяльності і продуктивності: обмінної енергії, цукрів, білків, вітамінів і мінеральних речовин. У цій ситуації організм корови починає посилено витрачати жири свого тіла. У корів настає виснаження. Обмін (розпад) жирів відбувається через проміжні продукти масляної кислоти: ацетоуксусної і β -оксимасляної кислот, ацетону, накопичення яких в організмі спричиняє патологію – кетоз. Часто у новотільних корів через низьке надходження енергії і повне виснаження власних жирових запасів у крові рівень тригліцеридів (жирів) знижується у 5–10 разів [22, 23].

Стан у передшлунках погіршується ще й тому, що коровам починають згодовувати білковий корм з високим рівнем розщеплюваності білка до амоніаку. У нормі виділений амоніак споживається мікрофлорою передшлунків для біосинтезу білків власного тіла. Потім маса мікрофлори надходить у власне шлунок (сичуг), там перетравлюється і забезпечує організм корови повноцінним білком. Однак за ацидозу пригнічена мікрофлора не засвоює амоніак, він з'єднується з водою, утворюючи гідроксид амонію, що в передшлунках підвищує лужність до pH 9–10. Потім амоніак всмоктується в кров і отрує організм корови. Показником аміачного токсикозу є підвищений рівень сечовини в крові тварини. Різкі перепади кисло-лужного середовища в передшлунках знижують ріст мікробної маси, її дуже мало надходить у власне шлунок (сичуг), і у корів виникає дефіцит білка.

За кетозу в корів погіршується біохімія крові, зокрема виявляється дефіцит резервної лужності, глюкози і білка, часто – кальцію і фосфору, або порушується їх співвідношення. Крім того, підвищується в крові білірубін (вражена печінка), фермент α -амілаза (у крові всмоктуються неперетравлені олігосахариди), сечовина (у крові всмоктується багато амоніаку) і тригліцериди (дефіцит енергії). Іноді, у разі захворювання не тільки печінки, але й підшлункової залози, в крові корів виявляють підвищений рівень глюкози.

Підвищення продуктивності корів за рахунок збільшення норми концентрованих кормів призводить до погіршення здоров'я, а іноді й до загибелі тварин. Такий тип годівлі особливо несприятливо позначається на первістках, вони часто гинуть у перші 1,5 місяці після отелення. Із зазначеного вище слідує, що для вирішення проблеми нормалізації травлення у корів необхідно зменшити надходження в рубець крохмалю та підвищити – цукрів і нерозщеплюваного білка.

З метою підвищення рівня глюкози в крові в період початку лактації коровам необхідно згодовувати пропіленгліколь (двохатомний спирт пропандіол). Пропіленгліколь є різновидом пропанових спиртів. Крім нього, до цієї хімічної групи належать одноатомний пропіловий (пропанол) і триатомний гліцерин (пропантріол). Пропіленгліколь, на відміну від інших пропанових спиртів, практично не використовується мікрофлорою передшлунків і там хімічно не

змінюється. Він легко всмоктується слизовими оболонками, доставляється кров'ю в печінку, де з його двох молекул синтезується одна молекула глюкози. Пропіленгліколь у чистому вигляді є рідиною з різко пекучим неприємним смаком, і корови його не їдять. Нині розроблено способи мікроінкапсулювання пропіленгліколю. Найбільш простою у використанні та ефективною за впливом на фізіологічні і продуктивні якості корів є пропіленгліколева кормова добавка [24].

Таким чином, сучасні способи створення нових кормових добавок функціональної годівлі сільськогосподарських тварин пропонують комбінований вплив фізичних, хімічних і біологічних чинників. Технологічне введення пропіленгліколевої добавки в раціони є найбільш перспективним завдяки включенню пропіленгліколю в попередню стадію утворення глюкози. При цьому зменшується дефіцит метаболічної енергії, що позитивно впливає на здоров'я тварини.

Мета дослідження – вивчити ефективність згодовування пропіленгліколевого препарату Коубіотік Енергія в раціонах дійних корів.

Матеріали і методи дослідження. Для виконання поставленої мети в ДП «ЖодіноАгро-ПлемЕліта» Смолевіцького району Мінської області проведено дослідження на високопродуктивних коровах і молодняку великої рогатої худоби за схемою, представленою в таблиці 1.

Під час науково-господарського досліду раціон корів контрольної групи складався із сінажу злаково-бобового, силосу кукурудзяного, патоки, сіна злакового, комбікорму власного виробництва.

Таблиця 1 – Схема досліду

Група	Кількість тварин, голів	Тривалість досліду, днів	Жива маса на початок досліду, кг	Особливості годівлі
I контрольна	10	55	650	Основний раціон (ОР): сінаж злаково-бобовий, силос кукурудзяний, патока, сіно злакове, комбікорм власного виробництва К-61
II дослідна	10	55	650	ОР + кормова енергетична добавка Коубіотік Енергія: 250–300 г на корову за 15 днів до отелення, 750 г – 10 днів після отелення, 250 г на корову – 30 днів після отелення.

Відмінності між контрольною і дослідною групами високопродуктивних корів полягали в тому, що в раціони тварин II дослідної групи вводили препарат Коубіотік Енергія в кількості, передбаченій інструкцією із застосування добавки в годівлі корів у період сухостою і початку роздоювання, представленою в схемі досліду. В останні 15 днів сухостійного періоду в раціон корів вводили 0,3 кг кормової добавки, а в перші 10 днів після отелення як компенсацію втрат енергії – 0,75 кг тричі на добу. Наступні 30 днів періоду роздою тваринам II дослідної групи згодовували 0,25 кг Коубіотік Енергія, посипаючи її поверх кормосуміші.

У процесі досліджень було вивчено наступні показники:

1. Кількість заданих кормів та нез'їдених залишків – методом контрольної годівлі.
2. Хімічний склад і поживність кормів – шляхом загального зоотехнічного аналізу. Відбір проб кормів здійснювали на початку і по завершенні науково-господарського досліду.
3. Молочну продуктивність – шляхом контрольних доїнь з подальшим визначенням умісту жиру, білка і лактози на приладі «Мілкоскан» один раз на місяць.
4. Кров для досліджень брали з яремної вени через 2,5–3 години після ранкової годівлі. У крові визначали вміст еритроцитів, тромбоцитів і гемоглобіну з використанням автоматичного аналізатора «Medonic-620». У сироватці крові визначали вміст загального білка і його фракцій, глюкози, сечовини, холестерину, загального білірубину, АлАТ, АсАТ, амілази, ЛДГ, загального кальцію, фосфору неорганічного, креатиніну – на автоаналізаторі «Cormay Lumen (BTS 370 Plus)». Відбір проб крові здійснювали від 4 корів і 4 тварин молодняку великої рогатої худоби кожної групи в кінці періоду згодовування кормової добавки.
5. Мінеральний склад крові і молока – методом атомно-абсорбційної спектроскопії на аналізаторі ААС-3.
6. Стан природної резистентності – за тестами, що характеризують гуморальні чинники захисту, БАСК – фотокolorиметричним методом за О.В. Смирноюю та Т.А. Кузьміною (1966) в модифікації Ю.М. Маркової зі співав. (1968); ЛАСК – лізоцимну активність сироватки крові –

фотоколориметричним методом за В.Т. Дорофейчуком; В-лізину активність сироватки крові – методом О. В. Бухаріна (1970).

8. Витрати енергії та ефективність використання її на продукцію [25].

Потребу в енергії на біосинтез молока визначали за ефективністю використання обмінної енергії (КП): $KП = 0,057 \times КОЕ$, де КП – коефіцієнт продуктивного використання обмінної енергії на молоко; КОЕ – концентрація обмінної енергії (МДж) в 1 кг СВ раціону. При цьому витрати енергії на синтез добового удою молока становлять:

$$ОЕ_{мол} = \text{Надій} / КП \times Е_{мол}, \text{ де енергія молока } Е_{мол} = 0,8 + 0,6 \times \text{жир } \%,$$

$$\text{або } ОЕ_{мол} = (0,360 + [0,0969 \times \text{жир } \%]) \times 4,19 \times 1,68 \text{ МДж.}$$

Цифрові дані оброблено методом варіаційної статистики з використанням програмного пакета Microsoft Excel. Статистичну обробку проводили з урахуванням критерію достовірності за Стьюдентом [26]. Оцінку значення критерію достовірності (td) визначали залежно від обсягу аналізованого матеріалу. Імовірність відмінностей вважали статистично значущою за $P < 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. У структурі раціонів тварин контрольної і дослідної груп кукурудзяний силос становив 31–32 %, сінаж злаково-бобовий – 29–30, комбікорм К-61 – 17, сіно злакове – 16, і патока кормова – 5,0 %. Коровам дослідної групи з раціоном додатково згодовували по 0,3 кг на голову енергетичної добавки Коубіотік Енергія, посипаючи її поверх корму. Соковитість раціону корів контрольної і дослідної груп знаходилася на рівні 45,16–44,5 % (табл. 2).

Таблиця 2 – Середньодобовий раціон в останні 15 дів сухостійного періоду корів за фактично з'їденими кормами

Корми і поживні речовини	Група			
	I		II	
	кг	%	кг	%
Силос кукурудзяний	19,43	32,3	18,87	31,1
Сінаж злаково-бобовий	12,10	29,0	12,83	30,4
Комбікорм К-61	2,50	17,5	2,50	17,3
Сіно злакове	4,50	16,2	4,57	16,2
Патока кормова	1	5,0	1	4,9
Кормова енергетична добавка Коубіотік Енергія	–	–	0,3	–
В раціоні міститься:				
Кормові одиниці	15,02		15,18	
Обмінна енергія, МДж	161,17		166,55	
Суша речовина, г	17589,6		18095,87	
Сирий протеїн, г	2286,83		2323,87	
Перетравний протеїн, г	1334,33		1478,53	
Розщеплюваний протеїн, г	1704,24		1729,48	
Нерозщеплюваний протеїн, г	582,59		594,39	
Співвідношення РП:НРП, %	74,5:25,5		74,4:25,6	
Сирий жир, г	492,6		493,67	
Сира клітковина, г	3919,67		3983,83	
Крохмаль, г	1087,6		1090,62	
Цукор, г	1390,94		1414,52	
Кальцій, г	110,48		112,87	
Фосфор, г	73,18		74,01	
Магній, г	33,04		33,71	
Сірка, г	39,72		40,71	
Залізо, мг	3456,2		3487,23	
Мідь, мг	153,98		157,08	
Цинк, мг	567,53		576,7	
Марганець, мг	1339,8		1363,17	
Кобальт, мг	6,98		7,02	
Іод, мг	7,71		7,76	
Каротин, мг	882,57		897,97	
Вітамін D, МО	9452		9540	
Вітамін E, мг	1722,93		1740,87	

Встановлено, що концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини раціону становила 9,0–169,2 МДж. У раціоні містилося 12,8–13,0 % сирого протеїну в 1 кг сухої речовини, концентрація клітковини в сухій речовині становила 22,3–22,0 %. Цукрово-білкове співвідношення – 1,04:1,0. Енерго-протеїнове співвідношення – 0,2–0,21.

Баланс азоту в рубці у всіх був позитивним і знаходився на рівні 0,13–0,4 г. Кальцієво-фосфорне співвідношення в раціоні корів контрольної групи в літньо-пасовищний період перебувало на рівні 1,5–1,53.

Раціон високопродуктивних корів складався з такого самого набору кормів, лише структура мала істотні відмінності, відповідно до потреби корів початку періоду роздою. Так, силос кукурудзяний становив 33–34 %, сінаж злаково-бобовий – 22–23, комбікорм – 35, сіно злакове – 5,4–5,5, патока кормова – 3,8 % (табл. 3).

Таблиця 3 – Середньодобовий раціон у перші 40 діб періоду роздою корів за фактично з'їденими кормами

Корми і поживні речовини	Група			
	I		II	
	кг	%	кг	%
Силос кукурудзяний	24,63	33,8	24,25	33,0
Сінаж злаково-бобовий	12,08	22,1	12,65	22,9
Комбікорм К-61	6,55	34,9	6,60	34,9
Сіно злакове	2,00	5,5	2,00	5,4
Патока кормова	1	3,8	1	3,8
Кормова енергетична добавка Коубіотік Енергія	–	–	0,375	–
В раціоні містилося:				
Кормові одиниці	19,7		19,86	
Обмінна енергія, МДж	200,2		206,3	
Суша речовина, г	20379		20920	
Сирий протеїн, г	2939		2974	
Перетравний протеїн, г	1837		1856	
Розщеплюваний протеїн, г	2042		2064	
Нерозщеплюваний протеїн, г	896,9		909,9	
Співвідношення РП:НРП, %	69,4:30,6		69,4:30,6	
Сирий жир, г	612,5		614,5	
Сира клітковина, г	3856		3901	
Крохмаль, г	2437		2456	
Цукор, г	1439		1456	
Кальцій, г	123		124,9	
Фосфор, г	102,8		103,8	
Магній, г	38,93		39,51	
Сірка, г	45,21		46,02	
Залізо, мг	3793		3819	
Мідь, мг	184,5		187,1	
Цинк, мг	661,2		668,9	
Марганець, мг	1304		1319	
Кобальт, мг	15,04		15,16	
Іод, мг	12,57		12,66	
Каротин, мг	1160		1175	
Вітамін D, ME	22409		22638	
Вітамін E, мг	2122		2142	

За енергетичною поживністю раціон корів дослідної групи на 6 МДж був вищим порівняно з контролем за рахунок включення в нього кормової добавки Коубіотік Енергія, однак це мало позначилося на концентрації обмінної енергії раціону через вищий уміст у ньому сухої речовини. За іншими поживними речовинами і мінеральними елементами значних розбіжностей не встановлено.

Різниця в споживанні тваринами контрольної і дослідної груп мінеральних речовин була незначною, оскільки раціони тварини споживали досить рівномірно. Співвідношення кальцію

до фосфору в раціоні корів контрольної групи становила 1,19, дослідної – 1,2, концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини була відповідно 9,82 і 9,86 МДж, цукрово-протеїнове співвідношення становила 0,78: 1, енерго-протеїнове – знаходилося в межах 0,21–0,22, баланс азоту в рубці у дослідних тварин був позитивним і становив 0,05–0,34 г.

Встановлено зниження на 10,8 % абсолютної ширини розподілу еритроцитів у крові тварин II групи після 55-добового згодовування кормової добавки «Коубіотік Енергія», порівняно з контрольною групою (табл. 4). Відомо, що абсолютна ширина розподілу еритроцитів безпосередньо залежить від розміру клітини – чим менша клітина, тим відповідно меншою є ширина розподілу. Більш зрілі, але менші за розмірами еритроцити здатні найбільш ефективно виконувати свою функцію.

Таблиця 4 – Морфологічний склад крові корів

Показник	Група	
	I	II
Еритроцити, $10^{12}/л$	6,41±0,32	6,52±0,17
Середній об'єм еритроцитів, мкм ³	47,3±1,38	50,1±1,4
Ширина розподілу еритроцитів, %	29,2±0,89	29,8±0,67
Абсолютна ширина розподілу еритроцитів, мкм ³	38,9±1,03	34,7±0,39
Гематокрит, %	30,7±0,06	32,2±0,98
Тромбоцити, $10^9/л$	374±0,27	369±12,0
Середній об'єм тромбоцитів, мкм ³	6,0±0,07	6,0±0,07
Компактний об'єм тромбоцитів, %	0,22±0,01	0,21±0,01
Ширина розподілу тромбоцитів, %	8,73±0,27	8,95±0,18
Великі тромбоцити, %	6,54±0,23	6,91±0,75
Гемоглобін, г/л	87,5±2,1	88,2±4,1
Середня концентрація гемоглобіну, г/л	328±2,1	348±18,7
Середньоклітинний гемоглобін, $10^3 мм^3$	14,9±0,75	14,7±0,27

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що клітини червоної крові у корів дослідної групи є більш зрілими і випереджають у розвитку клітини ровесниць з контрольної групи.

Інтенсифікація окисно-відновних процесів у крові забезпечується високою кількістю еритроцитів і збільшенням концентрації гемоглобіну в них. Аналогічно, активізація може бути забезпечена підвищенням середнього об'єму еритроцитів за зниження концентрації кількості гемоглобіну в клітині. Після введення кормової добавки Коубіотік Енергія у крові корів II групи спостерігали стабільну концентрацію тромбоцитів, тимчасом у корів контрольної групи відзначено збільшення їх на 1,3 % порівняно з контролем. Відомо, що підвищення синтезу тромбіну у крові тварин вказує на патологічні процеси в організмі [27].

Після згодовування випробуваної добавки за збільшення середнього об'єму еритроцитів спостерігали підвищення середньої концентрації гемоглобіну на 6,1 % в крові корів дослідної групи порівняно з контрольними аналогами.

Біохімічні показники крові тварин більшою мірою відображають зміни, які відбуваються в організмі за введення в раціон кормової добавки.

Встановлено тенденцію до збільшення вмісту загального білка на 3,4 % в крові корів II групи за згодовування досліджуваної добавки.

Таблиця 5 – Біохімічний склад крові корів

Показник	Група	
	I	II
Загальний білок, г/л	83,3±1,66	86,2±0,41
Альбуміни, г/л	37,8±1,06	41,5±0,44
Глобуліни, г/л	45,5±1,39	44,7±0,87
Глюкоза, ммоль/л	3,83±0,34	3,87±0,22
Сечовина, ммоль/л	3,4±0,11	3,1±0,13
Лужний резерв, мг%	454±28,1	454±28,1
Білірубін, мкмоль/л	4,6±0,23	4,44±0,16*
Холестерин, ммоль/л	3,87±0,06	3,78±0,12
Креатинін, мкмоль/л	118,9±8,24	110,1±2,57

Виявлено підвищення концентрації альбумінів на 9,8 % у крові корів через 55 діб після введення препарату Коубіотік Енергія в раціони тварин дослідної групи порівняно з контролем.

Відмічено зниження рівня сечовини в сироватці крові корів II дослідної групи на 9,9 %, що вказує на краще використання протеїну корму тваринами. Відмінності за лужним резервом крові дослідних корів порівняно з контролем були незначними. Інтенсифікація обмінних процесів обґрунтована підвищенням синтезом молока.

Згодовування кормової добавки Коубіотік Енергія забезпечило незначне підвищення рівня глюкози в крові тварин.

Величина активності ліпідного обміну у корів за введення добавки забезпечувала зниження концентрації холестерину в сироватці крові дослідних корів на 2,4 % порівняно з контролем.

Креатинін – кінцевий продукт розпаду креатину, який відіграє важливу роль в енергетичному обміні м'язової та інших тканин. Креатин синтезується в основному в печінці та підшлунковій залозі, звідки потім з потоком крові розноситься по органах і тканинах. У крові тварин II групи відмічали зниження цього метаболіту в межах фізіологічної норми на 7,5 %.

Активність ферментів у сироватці крові корів дослідної групи має неоднозначні результати порівняно з контрольними показниками (табл. 6).

Активність АсАТ – ферменту, що каталізує процеси переамінування амінокислот, була нижчою на 9,6 % у сироватці крові тварин II групи.

Таблиця 6 – Ензимна картина крові корів

Показник	Група	
	I	II
АсАТ, од/л	92,0±0,89	83,2±0,3
АлАТ, од/л	37,0±1,54	33,0±2,51
ЛДГ, од/л	661±13,9	646±17,7
Амілаза, од/л	38,9±1,77	39,4±1,77

ЛДГ – фермент, який бере участь у процесі окиснення глюкози й утворенні молочної кислоти. Лактат (сіль молочної кислоти) утворюється в клітинах у процесі дихання. За повноцінного постачання киснем лактат у крові не накопичується, а руйнується до нейтральних продуктів і виводиться.

В умовах гіпоксії (нестачі кисню) він накопичується, спричиняє почуття м'язової втоми, при цьому порушується процес тканинного дихання. Установлено, що активність цього ензиму у корів II групи була нижчою на 2,3 % порівняно з контролем.

Амілолітична активність сироватки крові після згодовування добавки мала результати, які узгоджуються з гематологічними даними ферментативної активності крові корів. Згодовування добавки Коубіотік Енергія у період сухостою і роздоювання корів певним чином стимулює синтез амілази в організмі тварин.

Встановлено вплив кормової добавки на мінеральний склад крові у корів дослідної і контрольної груп (табл. 7).

Таблиця 7 – Мінеральний склад крові

Показник	Група	
	I	II
Кальцій, ммоль/л	2,7±0,02	2,8±0,03
Фосфор, ммоль/л	1,68±0,04	1,74±0,03
Магній, ммоль/л	0,98±0,02	1,05±0,02
Калій, ммоль/л	9,40±0,24	9,61±0,35
Натрій, ммоль/л	117,1±3,15	121,0±4,15
Залізо, мкмоль/л	25,3±0,26	26,8±0,79
Цинк, мкмоль/л	54,7±2,01	55,2±2,51
Марганець, мкмоль/л	1,51±0,17	1,52±0,07
Мідь, мкмоль/л	10,02±0,53	10,49±2,21
Кобальт, мкмоль/л	0,14±0,01	0,15±0,02

Варто відзначити, що введення Коубіотік Енергія у раціони сприяло підвищенню вмісту кальцію на 3,7 % у тварин II групи.

Кількість фосфору в крові корів II дослідної групи підвищилася на 3,6 % порівняно з контрольною групою. Рівень кальцію в крові корів, які отримували кормову добавку, був вищим на 2,2 % порівняно з контролем.

Мікроелементний склад крові був подібний з макроелементним. Відмічено підвищення вмісту заліза на 5,6 %, міді – на 4,5 % в крові корів II групи порівняно з контролем.

Рівень природної резистентності організму дослідних тварин підвищувався з уведенням досліджуваної добавки до раціону корів (табл. 8).

Таблиця 8 – Рівень природної резистентності корів

Показник	Група	
	I	II
Лізоцимна активність сироватки крові, %	6,16±0,26	6,29±0,31
Бактерицидна активність сироватки крові, %	74,8±2,99	72,0±4,27
В-лізинна активність сироватки крові, %	18,1±0,38	19,2±0,96
Лейкоцити, 10 ⁹ /л	12,1±1,21	12,6±1,25

За згодовування добавки Коубіотік Енергія відмічали підвищення лізоцимної активності в крові корів II дослідної групи на 2,1% порівняно з контрольними показниками.

Встановлено зниження на 3,9 % БАСК у крові корів II дослідної групи, які отримували Коубіотік Енергія, порівняно з контролем. В-лізинна активність сироватки крові корів II групи збільшилася на 6,1 % порівняно з контрольною групою.

Кількість лейкоцитів по завершенні періоду досліджень у сироватці крові дослідних тварин була в межах фізіологічної норми. У корів II дослідної групи їх уміст був вищим на 4,1 % за згодовування кормової добавки Коубіотік Енергія, що свідчить про активізацію природного бар'єру резистентності.

Валовий надій у тварин дослідних груп, які отримували 0,3–0,4 мл на 1 кг живої маси кормової добавки Коубіотік Енергія, становив 2205–2214 кг проти 2142 кг натурального молока в контрольній групі (табл. 9).

Таблиця 9 – Показники продуктивності молочних корів у період роздоювання

Показник	Група	
	I	II
Середньодобовий надій, кг	24,12±0,23	26,05±0,39
Вміст жиру, %	3,61±0,04	3,71±0,03
4% молоко, кг	21,80±0,24	24,17±0,51
Лактоза, %	4,99±0,06	5,10±0,02
Білок, %	3,11±0,06	3,35±0,07
Середньодобовий надій: ± до контролю, кг	-	1,93
Середньодобовий надій: ± до контролю, %	-	8,44
Витрати кормів на 1 кг молока, корм. од.	0,81	0,76
Витрати обмінної енергії на 1 кг молока, МДж	8,51	8,09
Витрати кормів на 1 кг 4 % молока, корм. од.	0,91	0,84
± до контролю, %		-7,9
Витрати сирого протеїну на 1 кг молока, г	125	117
Сечовина, мг%	22±2,09	25±2,75

Валовий надій молока у корів II дослідної групи був вищим на 5,8 %.

У результаті згодовування коровам добавки Коубіотік Енергія середньодобовий надій натурального молока становив 26,05 кг на корову, що на 8,0 % більше порівняно з контролем. Уміст жиру в молоці корів II дослідної становив 3,71 %, або на 0,1 % вище, білок – 3,35 %, або на 0,24 % вище, лактози – 5,1 %, або на 0,11 % вище порівняно з контрольною групою.

Витрати кормів на 1 кг натурального молока у корів дослідної групи на 6,1 % були меншими порівняно з контрольними аналогами.

Аналіз показників кількості сечовини в молоці корів свідчив про активність білкового обміну в організмі корів, оскільки сечовина в молоці корів є індикатором його інтенсивності. Вміст

сечовини у молоці корів II групи перевищував контроль на 13,6 %. Зміни показників сечовини в молоці були в межах фізіологічної норми (15–40 мг%).

Висновки. Використання в раціонах високопродуктивних корів кормової добавки Коубіотік Енергія є ефективним способом підвищення енергетичної поживності і засобом профілактики розвитку кетозу високопродуктивних тварин. Використання кормової добавки Коубіотік Енергія в останні 15 дів сухостійного періоду у кількості 0,3 кг в раціоні корів, у перші 10 дів після отелення для компенсації втрат енергії – 0,75 кг на добу і наступні 30 дів періоду роздоювання – 0,25 кг, сприяє активізації процесів біосинтезу білка і енергетичного обміну. Про це свідчить збільшення вмісту в сироватці крові загального білка і його альбумінової фракції. Включення в раціон корів досліджуваної добавки дає змогу підвищити надій на 8,0 %, вміст жиру – на 0,1, білка – на 0,24, лактози – на 0,11 % і знизити витрати кормів на 1 кг молока на 6,1 %.

Пропонується застосовувати кормову добавку в складі раціонів корів сухостійного періоду за 10–15 дів до отелення з метою профілактики кетозу і затримання посліду, вносити в кількості 250–300 г вранці у чисті годівниці у чистому вигляді. Коровам у 5–10 дів після отелення для збільшення споживання сухої речовини корму і запобігання надмірному зниженню маси тіла вводити 750–1050 г добавки тричі на добу по 162–227 г в перерахунку на чистий пропіленгліколь (вранці в чисту годівницю, вдень і ввечері, посипаючи поверх об'ємистих кормів). Коровам упродовж 30 дів після отелення для компенсації тимчасового дефіциту енергії та збільшення надою вводити 150–250 г добавки в складі кормо суміші, посипаючи її поверх силосу, або вранці вносити у чисті годівниці

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Яковчик С.Г., Ганущенко О.Ф. Мировой опыт интенсификации молочного скотоводства и актуальность его использования в хозяйствах Беларуси: практическое пособие. Минск, 2010. 44 с.
2. Переваримость питательных веществ рационов бычками и показатели пищеварения при включении карбонатного сапропеля / Г.Н. Радчикова, и др. Зоотехническая наука Беларуси. Жодино, 2010. Т. 45, ч. 2. С. 192–201.
3. Ганущенко О.Ф., Разумовский Н.П. Современные подходы к оценке качества кормов. Наше сельское хозяйство. 2015. № 22. С. 46.
4. Продуктивность телят в зависимости от количества протеина в составе ЗЦМ / Г.Н. Радчикова, и др. Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции. Гродно, 2018. С. 204–206.
5. Гамко Л.Н., Подольников В.Е., Малявко И.В., Менякина А.Г. Микотоксины в кормах снижают продуктивность и резистентность животных. Реализация достижений ветеринарной науки для обеспечения ветеринарно-санитарного и эпизоотического благополучия животноводства Брянской области в современных условиях: материалы научно-производственной конференции. Брянск, 2015. С. 52–56.
6. Гамко Л.Н., Малявко И.В. Влияние авансированного кормления стельных коров на их физиологическое состояние. Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2011. № 9. С. 3–6.
7. Ганущенко О.Ф. Многолетние бобовые травы и оптимизация параметров их консервирования. Минск, 2010.
8. Влияние минеральных добавок из местных источников сырья на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А.Н. Кот и др. Ученые записки УО «Витебская ордена Знак Почета государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2010. Т. 46, № 1–2. С. 157–160.
9. Ганущенко О.Ф., Соболев Д.Т. Организация рационального кормления коров с использованием современных методов контроля полноценности их питания. Витебск: ВГАВМ, 2016. 79 с.
10. Переваримость кормов и продуктивность телят при скармливании зерна рапса, люпина, вики / В.Ф. Радчиков и др. Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: материалы международной научно-практической конференции. Ставрополь, 2016. С. 460–468.
11. Ганущенко О., Бурмистров А., Бурмистров Ю. Эффективность заготовки различных травянистых кормов. Белорусское сельское хозяйство. 2002. № 9. С. 45.
12. Гумат натрия в рационах молодняка крупного рогатого скота / Г.Н. Радчикова и др. Зоотехническая наука Беларуси. Жодино, 2014. Т. 49, ч. 2. С. 170–179.
13. Чулков А., Ганущенко О. «Разгон рубца» у телят – фундамент для реализации генетического потенциала. Комбикорма. 2014. № 6. С. 51–53.
14. Сахарова-Фетисова А.Л. Морфологические и биохимические показатели крови у подопытных животных. Тезисы докладов междунар. науч.-практ. конф. Жодино, 2011. С. 153–155.
15. Рациональное использование кормовых ресурсов и профилактика нарушений обмена веществ у животных в стойловый период / В.Б. Славецкий и др. Витебск, 2002.
16. Влияние кормовой добавки гумат натрия на мясную продуктивность и качество говядины / Г.Н. Радчикова и др. Зоотехническая наука Беларуси. Жодино, 2015. Т. 5, ч. 2. С. 69–77.
17. Органический микробный комплекс (ОМЭК) в составе комбикорма КР-2 для телят / Г.Н. Радчикова и др. Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XVII Международной научно-практической конференции. Гродно, 2014. С. 251–252.

18. Использование добавки "Бевитал" в кормлении коров / Г.Н. Радчикова и др. Зоотехническая наука Беларуси. Жодино, 2009. Т. 44, ч. 2. С. 182–189.
19. Антонович А.М., Бесараб Г.В. Рубцовое пищеварение и расщепляемость протеина высокобелковых кормов в рубце в зависимости от способа обработки. Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции. Гродно, 2018. С. 118–120.
20. Эффективность разных способов подготовки зерна к скармливанию / Г.В. Бесараб и др. Актуальні питання технології продукції тваринництва: збірник статей за результатами III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Полтава, 2018. С. 123–127.
21. Кот А.Н., Бесараб Г.В., Антонович А.М. Влияние "защиты" протеина на эффективность использования корма молодым крупным рогатым скотом. Научное обеспечение животноводства Сибири: материалы II международной научно-практической конференции. Красноярск, 2018. С. 148–152.
22. Производство молока при привязном и беспривязном способах содержания дойного стада / Т.А. Ковалевская и др. Ученые записки УО «Витебская ордена Знак Почета государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2014. Т. 50. № 2–1. С. 287–291.
23. Гамко Л.Н., Подольников В.Е., Малявко И.В., Нуриев Г.Г. Биологические основы кормления животных и птицы: учебное пособие. Брянск, 2015.
24. Природный корм в рационах молодняка крупного рогатого скота / А.Н. Кот и др. Актуальні питання технології продукції тваринництва: збірник статей за результатами III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Полтавська державна аграрна академія. Полтава, 2018. С. 137–142.
25. Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник / Н. А. Попков и др. Жодино, 2011. 260 с.
26. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Изд. 3-е, исправл. Минск: Вышэйшая школа, 1973. 320 с.
27. Новожилов А.В. Динамика реологических исследований и гематологических показателей крови у незрелых и зрелорождающихся животных в постнатальном онтогенезе: автореф. дис... канд. биол. наук. СПб., 2009. 13 с.

REFERENCES

1. Yakovchik, S. G., Ganushchenko, O. F. (2010). Mirovoj opyt intensifikacii molochного skotovodstva i aktual'nost' ego ispol'zovaniya v hozjajstvax Belarusi : prakticheskoe posobie [World experience in the intensification of dairy cattle breeding and the relevance of its use in Belarusian farms: a practical guide]. Minsk, 44 p.
2. Radchikova, G.N., Kononenko, S.I., Pentilyuk, S.I., Shorets, R.D., Gurina, D.V. (2010). Perevarimost' pitatel'nykh veshchestv racionov bychkami i pokazateli pishhevarenija pri vkljuchenii karbonatного sapropelja [Digestibility of nutrients of diets by gobies and digestion indices when carbonate sapropel is included]. Zootehnicheskaja nauka Belarusi [Zootechnical science of Belarus]. Zhodino, Vol. 45, Part 2, pp. 192–201.
3. Ganushhenko, O.F., Razumovskij, N.P. (2015). Sovremennye podhody k ocenke kachestva kormov [Modern approaches to assessing the quality of feed]. Nashe sel'skoe hozjajstvo [Our agriculture]. no. 22, 46 p.
4. Radchikova, G.N., Shareiko, N.A., Ganushchenko, O.F., Vozmitel, L.A., Karelin, V.V., Curtina, V.N. (2018). Produktivnost' teljat v zavisimosti ot kolichestva proteina v sostave ZCM [The productivity of calves, depending on the amount of protein in the composition of the milk replacer]. Sovremennye tehnologii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva: sbornik nauchnykh statej po materialam XXI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskaj konferencii [Modern technologies of agricultural production: a collection of scientific articles based on the materials of the XXI International scientific-practical conference]. Grodno, pp. 204–206.
5. Gamko, L.N., Podolnikov, V.E., Malyavko, I.V., Menyakina, A.G. (2015). Mikotoksiny v kormakh snizhajut produktivnost' i rezistentnost' zhivotnykh [Mycotoxins in feed reduce the productivity and resistance of animals]. Realizacija dostizhenij veterinarnoj nauki dlja obespechenija veterinarno-sanitarnogo i jepizooticheskogo blagopoluchija zhivotnovodstva Brjanskoj oblasti v sovremennykh uslovijah: materialy nauchno-proizvodstvennoj konferencii [Implementation of the achievements of veterinary science to ensure the veterinary-sanitary and epizootic well-being of animal husbandry in the Bryansk region in modern conditions: materials of a scientific-industrial conference]. Bryansk, pp. 52–56.
6. Gamko, L.N., Malyavko, I.V. (2011). Vlijanie avansirovannogo kormlenija stel'nykh korov na ih fiziologicheskoe sostojanie [The effect of advanced feeding of pregnant cows on their physiological state]. Kormlenie sel'skohozjajstvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo [Feeding livestock and fodder production]. no 9, pp. 3–6.
7. Ganushchenko, O.F. (2010). Mnogoletnie bobovye travy i optimizacija parametrov ih konservirovaniya [Perennial legumes and optimization of the parameters of their conservation]. Minsk.
8. Cat, A.N., Radchikova, G.N., Serguchev, S.I., Pentilyuk, S.I., Karelin, V.V. (2010). Vlijanie mineral'nykh dobavok iz mestnykh istochnikov syr'ja na jeffektivnost' vyrashhivaniya molodnjaka krupного rogatого skota [The effect of mineral additives from local sources of raw materials on the efficiency of growing young cattle]. Uchenye zapiski UO «Vitebskaja ordena Znak Pocheta gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny» [Scientific notes UO "Vitebsk Order of Honor State Academy of Veterinary Medicine."]. Vitebsk, Vol. 46, no 1–2, pp. 157–160.
9. Ganushhenko, O.F., Sobolev, D.T. (2016). Organizacija racional'nogo kormlenija korov s ispol'zovaniem sovremennykh metodov kontrolja polnocnosti ih pitaniya [Organization of rational feeding of cows using modern methods of monitoring the nutritional value of their cows]. Vitebsk: VGAVM, 79 p.
10. Radchikov, V.F. (2016). Perevarimost' kormov i produktivnost' teljat pri skarmliivanii zerna rapsa, ljupina, viki [Digestibility of feed and productivity of calves when feeding grain of rape, lupine, viki]. Innovacii i sovremennye tehnologii v proizvodstve i pererabotke sel'skohozjajstvennoj produkcii: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskaj konferencii [Innovations and modern technologies in the production and processing of agricultural products: proceedings of an international scientific and practical conference]. Stavropol', pp. 460–468.
11. Ganushchenko, O., Burmistrov, A., Burmistrov, Yu. (2002). Jefferektivnost' zagotovki razlichnykh travjanistykh kormov [Efficiency of harvesting various grassy feeds]. Belorusskoe sel'skoe hozjajstvo [Belarusian agriculture]. no. 9, 45 p.

12. Radchikova, G.N., Tsai, V.P., Cat, A.N., Akulich, V.I., Vozmitel, L.A., Bukas, V.V., Karelin, V.V. (2014). Gumat natrija v racionah molodnjaka krupnogo rogatogo skota [Sodium humate in the diets of young cattle]. *Zootehnicheskaja nauka Belarusi* [Zootechnical science of Belarus]. Zhodino, Vol. 49, Part 2, pp. 170–179.
13. Chulkov, A., Ganushchenko, O. (2014). «Razgon rubca» u teljat – fundament dlja realizacii geneticheskogo potenciala [“Acceleration of the scar” in calves - the foundation for the realization of genetic potential]. *Kombikorma* [Compound feed]. no. 6, pp. 51–53.
14. Saharova-Fetisova, A.L. (2011). Morfologicheskie i biohimicheskie pokazateli krovi u podopytnyh zhivotnyh [Morphological and biochemical blood parameters in experimental animals]. *Tezisy dokladov mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Abstracts of international reports. scientific-practical conf.]. Zhodino, pp. 153–155.
15. Slavetsky, V.B. (2002). Racional'noe ispol'zovanie kormovyh resursov i profilaktika narushenij obmena veshhestv u zhivotnyh v stojlovyy period [The rational use of feed resources and the prevention of metabolic disorders in animals during the stall period]. Vitebsk.
16. Radchikova, G.N., Tsai, V.P., Girdzievskaya, E.Ch., Simonenko, E.P., Yanochkin, I.V. (2015). Vlijanie kormovoj dobavki gumat natrija na mjasnuju produktivnost' i kachestvo govjadiny [The effect of the feed additive sodium humate on meat productivity and beef quality]. *Zootehnicheskaja nauka Belarusi* [Zootechnical science of Belarus]. Zhodino, Vol. 50, Part 2, pp. 69–77.
17. Radchikova, G.N., Cat, A.N., Tsai, V.P., Sapsaleva, T.L., Glinkova, A.M., Rebellious, L.A. (2014). Organicheskij mikrobnij kompleks (OMJeK) v sostave kombikorma KR-2 dlja teljat [Organic microbial complex (OMEK) as part of the KR-2 compound feed for calves]. *Sovremennye tehnologii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva: materialy XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Modern technologies of agricultural production: materials of the XVII International scientific and practical conference]. Grodno, pp. 251–252.
18. Radchikova, G.N., Kireenko, N.V., Vozmitel', L.A., Gurina, D.V., Karelin, V.V. (2009). Ispol'zovanie dobavki "Bevital" v kormlenii korov [The use of Bevital additives in feeding cows]. *Zootehnicheskaja nauka Belarusi* [Zootechnical science of Belarus]. Zhodino, Vol. 44, Part 2, pp. 182–189.
19. Antonovich, A.M., Besarab, G.V. (2018). Rubcovoje pishhevarenie i rasshhepljaemost' proteina vysokobelkovykh kormov v rubce v zavisimosti ot sposoba obrabotki [Cicatricial digestion and protein breakdown of high protein feed in the rumen, depending on the processing method]. *Sovremennye tehnologii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva: sbornik nauchnyh statej po materialam XXI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Modern technologies of agricultural production: a collection of scientific articles based on the materials of the XXI International scientific-practical conference]. Grodno, pp. 118–120.
20. Besarab, G.V., Antonovich, A.M., Golubitsky, A.M., Bukas, A.M., Karelin, V.V., Curtina, V.N. (2018). Jefferktivnost' raznyh sposobov podgotovki zerna k skarmlivaniju [The effectiveness of different methods of preparing grain for feeding] *Aktual'ni pytannja tehnologii' produkci' tvarynnictva: zbirnyk statej za rezul'tatamy III Vseukrai'ns'koi naukovo-praktychnoi' internet-konferencii* [Actual nutrition of technology products: a collection of articles based on the results of the III All-Ukrainian scientific and practical Internet conference]. Poltava, pp. 123–127.
21. Kot, A.N., Besarab, G.V., Antonovich, A.M. (2018). Vlijanie "zashhity" proteina na jefferktivnost' ispol'zovanija korma molodnjakom krupnogo rogatogo skota [The effect of protein "protection" on the efficiency of feed use in young cattle]. *Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri: materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Scientific Support for Siberian Livestock: Materials of the II International Scientific and Practical Conference]. Krasnoyarsk, pp. 148–152.
22. Kovalevskaya, T.A., Linnik, L.M., Hare, O.V., Furs, N.L., Curtina, V.N. (2014). Proizvodstvo moloka pri privjaznom i besprivjaznom sposobah soderzhaniya dojnogo stada [Milk production with tethered and non-tethered methods of keeping the dairy herd]. *Uchenye zapiski UO «Vitebskaja ordena Znak Pocheta gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny»* [Scientific notes UO "Vitebsk Order of Honor State Academy of Veterinary Medicine."]. Vitebsk, Vol. 50, no. 2–1, pp. 287–291.
23. Gamko, L.N., Podolnikov, V.E., Malyavko, I.V., Nuriev, G.G. (2015). Biologicheskie osnovy kormlenija zhivotnyh i pticy: uchebnoe posobie [The biological basis of animal and bird feeding: educational aid]. Bryansk.
24. Kot, A.N., Tsai, V.P., Golubitsky, V.A., Lemeshevsky, V.O., Vozmitel, L.A., Darmograi, L.M. (2018). Prirodnyj korm v racionah molodnjaka krupnogo rogatogo skota [Natural feed in the diets of young cattle]. *Aktual'ni pytannja tehnologii' produkci' tvarynnictva: zbirnyk statej za rezul'tatamy III Vseukrai'ns'koi naukovo-praktychnoi' internet-konferencii* [Actual nutrition of technology products: a collection of articles based on the results of the III All-Ukrainian scientific and practical Internet conference]. Poltava, pp. 137–142.
25. Popkov, N.A. (2011). Normy kormlenija krupnogo rogatogo skota: spravocnik [Rates of feeding cattle: a guide]. Zhodino, 260 p.
26. Rokitsky, P. F. (1973). *Biologicheskaja statistika* [Biological statistics]. Ed. 3rd corrected. Minsk: Higher School, 320 p.
27. Novozhilov, A.V. (2009). *Dinamika reologicheskikh issledovanij i gematologicheskikh pokazatelej krovi u nezrelyh i zrelorozhdajushhihsja zhivotnyh v postnatal'nom ontogeneze* [Dynamics of rheological studies and blood hematological parameters in immature and mature animals in postnatal ontogenesis: abstract of the diss. Ph.D. of biological sciences]. SPb., 13 p.

Эффективность применения кормовой энергетической добавки Коубиотик Энергия в рационах коров Радчиков В.Ф., Цай В.П., Кот А.Н., Сапсалева Т.Л., Бесараб Г.В., Разумовский С.Н., Пирова Л.В.

Изучено влияние скармливания высокопроизводительным коровам энергетической кормовой добавки Коубиотик Энергия на физиологическое состояние и производительность. Научно-хозяйственный опыт проводили на двух группах дойных коров по 10 голов в каждой течение 55 суток. Рацион коров I контрольной группы состоял из сенажа злаково-бобового, силоса кукурузного, патоки, сена злакового, комбикорма собственного производства. В рацион животных II опытной группы в последние 15 суток сухостойного периода вводили по 0,3 кг кормовой добавки, в первые 10 суток пос-

ле отела в качестве компенсации потерь энергии – по 0,75 кг 3 раза в сутки. В следующие 30 суток периода раздоя животным II опытной группы скармливали 0,25 кг Коубиотик Энергия, посыпая ее поверх кормосмеси.

Установлено, что использование в рационах высокопродуктивных коров кормовой добавки положительно влияет на поедание кормов, физиологическое состояние и продуктивность животных. В результате выявлено, что концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона составляла 9–16–9,2 МДж, сырого протеина – 12,8–13,0 %, клетчатки – 22,3–22,0 %. Сахарно-белковое соотношение составляло 1,04:1,0. По энергетической питательности рацион животных опытной группы был на 6 МДж выше, однако это мало сказалось на концентрации обменной энергии рациона. Энерго-белковое соотношение соответствовало 0,2–0,21. Баланс азота в рубце в опытных коров был положительным и находился на уровне 0,13–0,4 г.

Скармливание кормовой добавки Коубиотик Энергия в рационе коров в последние 15 суток сухостойного периода и следующие 30 суток периода раздоя способствовало активизации процессов биосинтеза белка и энергетического обмена. Об этом свидетельствовало увеличение содержания в сыворотке крови общего белка и его альбуминовой фракции, что в конечном итоге повышало продуктивность животных. Использование в рационах коров исследуемой добавки позволяло повысить удой на 8,0 %, содержание жира в молоке – на 0,1 %, белка – на 0,24, лактозы – на 0,11 % и снизить затраты кормов на 1 кг молока на 6,1 %.

Ключевые слова: кормовая добавка Коубиотик Энергия, коровы, рацион, кровь, удой, затраты кормов, качество молока.

Efficiency of energy feed supplement Cobiotic Energy in diets for cows

Radchicov V., Tzai V., Kot A., Sapsaleva T., Besarab G., Razumovskiy S., Pirova L.

The influence of feeding high-performance cows of the energy feed additive Cobiotic Energy on the physiological state and productivity have been studied.

Experiments have been carried out on with groups of dairy cows with 10 animals each during 55 days. The diet of cows of the first control group consisted of haylage of cereal and leguminous plants, corn silage, molasses, cereal hay, and feed of own production. 0.3 kg of feed additive has been introduced into the diet of animals of the experimental group II 15 days before calving, in the first 10 days after calving, as compensation for energy losses, 0.75 kg 3 times a day. In the next 30 days of the milking season with the ration of animals of the experimental group II, 0.25 kg of Cobiotic Energy has been fed, sprinkling it on top of the feed mixture.

It has been established that the use of feed additives in the diets of cows has a positive effect on feed intake, physiological condition and animal productivity. It was determined that concentration of metabolizable energy in 1 kg of dry matter of the diet made 9–16–9.2 MJ. The diet contained 12.8–13.0 % of crude protein per 1 kg of dry matter, the concentration of fiber in dry matter made 22.3–22.0 %. The sugar-protein ratio made 1.04:1; 1.0. In terms of energy nutrition, the diet of the experimental group due to the inclusion of the feed supplement was 6 MJ higher, however, it slightly affected concentration of metabolizable energy of the diet. The energy-protein ratio corresponded to 0.2–0.21. The nitrogen balance in the rumen was positive in all the animals and was at the level of 0.13–0.4 g.

Feeding animals with supplement in the diet in the last 15 days of the dry period, during the first 10 days after calving and the next 30 days of the milking period promoted activation of protein biosynthesis and energy metabolism, as evidenced by an increase in serum total protein and its albumin fraction and ultimately increased animal productivity. The studied supplement use in the diets for cows makes it possible to increase performance of cows by 8.0 %, fat content by 0.1 %, protein by 0.24 %, lactose by 0.11 %, reduce the cost of feed for obtaining natural milk by 6.1 %.

Key words: feed supplement Cobiotic Energy, cows, diets, blood, milk yield, feed costs, milk quality.

Надійшла 03.10.2019 р.



ПІРОВА Л.В., ID <https://orcid.org/0000-0002-3644-6579>

УДК 636.2.085.13:612.414.1

РАДЧИКОВ В.Ф.

ЦАЙ В.П.

КОТ А.Н.

САПСАЛЬОВА Т.Л.

БЕСАРАБ Г.В.

РАЗУМОВСЬКИЙ С.Н.

РУП «Науково-практичний центр

Національної академії наук Білорусії по тваринництву»

ШУЛЬКО О.П.

Білоцерківський національний аграрний університет

ОСОБЛИВОСТІ ТРАВЛЕННЯ В РУБЦІ МОЛОДНЯКУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНОГО СПІВВІДНОШЕННЯ ЕНЕРГІЇ, РОЗЩЕПЛЮВАНОГО І НЕРОЗЩЕПЛЮВАНОГО ПРОТЕЇНУ В РАЦІОНІ

На важкооперованих з канюлювання рубця бичках чорно-рябої породи живою масою 120–160 кг проведено дослід з визначення вмісту розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну в трав'яних і концентрованих кормах. Вивчення хімічного складу трав'яних і концентрованих кормів показало, що вміст сирого протеїну і його розщеплених і нерозщеплених фракцій знаходиться в широких межах. Рівень сирого протеїну в концентрованих кормах варіює в межах від 96 (зерно ячменю) до 380–383 г (екструдоване зерно люпину і ріпаковий шрот). Кількість розщепленого протеїну становила 81 (зерно ячменю) і 303 г (шрот ріпаковий). Розщеплюваність сирого протеїну коливалася в межах від 57 (екструдоване насіння ріпаку) до 84–86 % (зерно ячменю і пшениці).

Вміст сирого протеїну в представлених зразках трав'яних кормів становив від 27 (силос кукурудзяний) до 93 г (сіно злакове), розщеплюваного протеїну – від 17–19 (сіно злакове і силос кукурудзяний) до 38 г (сіно різнотравне), нерозщеплюваного – 8 (силос кукурудзяний) і 76 г (сіно злакове). Співвідношення розщеплюваного протеїну до нерозщеплюваного – 27 г.

Підвищення рівня розщеплення сирого протеїну до 70 % в раціонах телят літнього та зимово-стійлового періодів годівлі сприяє меншому накопиченню в рубцевій рідині аміаку на 19,6–20,6 %, активізації синтезу ЛЖК – на 16,5–18,2, збільшенню чисельності інфузорій – на 15,7–15,9, загального і білкового азоту – на 7,2–7,4 і 8,0–12,3 %. Згодовування раціонів, де протеїн розщеплюється на 65–60 %, дає змогу уповільнювати процеси рубцевого метаболізму, що супроводжується зниженням ферментативної активності мікробіоти, частки білкового азоту і підвищенням кількості амоніаку.

За результатами аналізу економічних показників використання раціонів з різним фракційним складом протеїну встановлено, що в літній і зимово-стійловий періоди утримання економічно виправданими і доцільними є раціони з розщепленням протеїну 70 %, оскільки знижуються витрати кормів на 3,6–5,0 % та витрати обмінної енергії – на 4,0–5,0 %.

Ключові слова: концентровані корми, зерно, раціони, сирий протеїн, телята.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-93-104

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Одним із способів, які дають змогу підвищити ступінь використання протеїну кормів без істотних змін в умовах виробництва, є забезпечення необхідного рівня енергії в раціоні [1–5]. Підвищений інтерес до цієї проблеми викликаний необхідністю вдосконалення норм протеїнового живлення, оскільки дотепер вони не повністю враховують фізіологічні особливості жуйних тварин. Нормування раціонів тільки за вмістом у кормах сирого і перетравного протеїну, без урахування його перетравності і ферментативно-біохімічних процесів у передшлунках, призводить до перевитрат кормового білка, недоотримання і подорожчання продукції та порушення обміну речовин [6–10]. Це особливо важливо при нормуванні годівлі молодняку, оскільки в молодому віці синтез білка *de novo* та амінокислот у рубці забезпечується в середньому лише на 40–50 % від потреби. Решта повинна надходити з кормом, не руйнуючись в рубці, за умови захисту його від розпаду в передшлунках [11, 12].

Як відомо, жуйні вирізняються порівняно низькою ефективністю використання протеїну раціонів. Установлено, що жуйні мають унікальну здатність за допомогою симбіотичної мікрофлори засвоювати у великих кількостях азот амідних сполук амонійних солей [13]. Однак за високого і навіть середнього рівня продуктивності, синтез протеїну мікроорганізмами рубця взагалі не задовольняє потреби тварин в амінокислотах. З іншого боку, просте підвищення вмі-

сту натурального протеїну в кормах призводить до надмірного розщеплення його в рубці і, як наслідок, нераціонального використання [14–17].

У Республіці Білорусь використовують систему нормування протеїнового живлення жуйних тварин, в основі якої лежить сирий і перетравний протеїн, який повністю засвоюється тваринами. Однак це твердження вірне щодо моногастричних тварин. У жуйних перебігають більш складні процеси перетворення протеїну. Складність і своєрідність мікробіологічних процесів у шлунку жуйних впливає на забезпеченість їх організму білком і амінокислотами. Основним місцем засвоєння білка й амінокислот у жуйних, як і в інших видів тварин, є тонкий кишечник. Тому потреба в них забезпечується тим протеїном, який надходить зі складного шлунка в кишечник, де перетравлюється і всмоктується. Постачання амінокислотами організму жуйних залежить від кількості, складу і перетравності тієї частини кормового протеїну, яка не розщеплюється в рубці, і від рівня синтезу мікробного протеїну *de novo* в передшлунках. На розщеплення кормового протеїну в передшлунках і на інтенсивність процесів синтезу мікробного білка впливає кількість і фізичні властивості кормового протеїну, його хімічний склад і наявність в раціоні достатньої кількості легкодоступних джерел енергії. Протеїн, що не розпався у рубці, використовується в тонкому кишечнику як джерело амінокислот. Сумою мікробного білка і протеїну, що не розпався в рубці, визначають для жуйних кількість доступного для обміну протеїну. Важлива не тільки загальна кількість, але й співвідношення розщеплюваного протеїну до нерозщеплюваного [18, 19].

Складні процеси перетворення протеїну, які перебігають у передшлунках жуйних тварин, вимагають інших підходів до забезпечення їх протеїном. Швидкий ріст продуктивності тварин під час оцінювання протеїнової забезпеченості жуйних вимагає враховування кількісних параметрів мікробного синтезу в передшлунках, ступеня засвоєння і використання кормового і мікробного білка, амінокислот за різних фізіологічних станів і рівнів продуктивності тварин [20–23].

В умовах Оренбурзької області в дослідях *in vitro* на бичках-кастратах червоно-степової породи живою масою 248–250 кг з використанням раціонів, що склалися з сіна житнього, кукурдзяно-соняшникового силосу, подрібненого ячменю, патоки, і як компонентів, що забезпечують різне співвідношення розщеплюваного протеїну до нерозщеплюваного 66,5–75,2: 33,5–24,8, горох і м'ясо-кісткове борошно, встановлено, що залежно від фракційного складу протеїну перетравність поживних речовин підвищується на 3–5 %, середньодобові прирости молодняку великої рогатої худоби – на 4–10 %.

Отже, встановлення закономірностей змін мікробіологічних процесів у рубці залежно від вмісту в раціоні обмінної енергії, розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну і їх співвідношення дасть змогу складати повноцінні раціони, які допоможуть інтенсифікувати виробництво яловичини, скоротити витрати кормів на одиницю продукції, знизити її собівартість, підвищити якість і конкурентоспроможність.

Мета дослідження – встановити закономірності перебігу рубцевого метаболізму у молодняку великої рогатої худоби до 6-місячного віку за згодовування раціонів з різним співвідношенням енергії, розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну.

Матеріал і методи дослідження. Відібрано зразки різних видів трав'яних (сіно різнотравне, зелені корми з однорічних і багаторічних трав) і концентрованих кормів (зерно ячменю, пшениці, тритикале, ріпаку, люпину), які використовують у годівлі молодняку.

Відбір проб проводили відповідно до ГОСТ 27262-87. Хімічний аналіз кормів проводили в лабораторії біохімічних аналізів РУП «Науково-практичний центр НАН Білорусі з тваринництва» за схемою загального зоотехнічного аналізу. У кормах визначали:

- початкову, гігроскопічну і загальну вологу (ГОСТ 13496.3-92);
- загальний азот, сиру клітковину, сирий жир, сирію золу (ГОСТ 13496.4-93; 13496.2-91; 13496.15-97; 26226-95);
- кальцій, фосфор (ГОСТ 26570-95; 26657-97);
- каротин (ГОСТ 13496.17-95);
- суху і органічну речовину, БЕР (методики).

Експериментальну частину досліджень проводили на молодняку великої рогатої худоби чорно-рябої породи в умовах фізіологічного корпусу РУП «Науково-практичний центр Національної академії наук Білорусі з тваринництва».

Формування груп тварин здійснювали за принципом пар-аналогів відповідно до схеми досліджень (табл. 1).

Таблиця 1 – Схеми досліджень

Група	Кількість тварин, голів	Період дослідження, діб	Особливості годівлі
I контрольна	4	30	Типова потреба в протеїні, співвідношення розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну 80:20
II дослідна	4	30	Співвідношення розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну 75:25
III дослідна	4	30	Співвідношення розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну 70:30
IV дослідна	4	30	Співвідношення розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну 65:35
V дослідна	4	30	Співвідношення розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну 60:40

Основний раціон за набором кормів молодняку дослідних груп був однаковим. Тварини I контрольної групи отримували раціон за нормами з розщепленням сирого протеїну 80 %, їх аналоги II, III, IV і V дослідних груп – раціони з рівнем розпаду протеїну 75 %, 70, 65 і 60 % відповідно.

Комбікорм марки КР-2, який використовували в годівлі дослідних тварин, готували на основі зернової суміші, що складалася з ячменю і пшениці, а також БВМД. До складу БВМД входили насіння ріпаку та люпину, піддані екструзії, а також ВМД.

Фізіологічні експерименти з вивчення кількісних показників використання азотистих речовин у складному шлунку проводили методом *in vivo* в умовах фізіологічного корпусу РУП «Науково-практичний центр НАН Білорусі з тваринництва», використовуючи важкооперованих тварин у віці 3–6 місяців зі зживленими у рубець канюлями (Ø 2–5 см).

Для отримання характеристик розпаду протеїну застосовували метод *in sacco*. Для цього проводили інкубацію зразків кормів у нейлонових торбинках (артикул тканини 56003) з діаметром пор 30–40 мкм, розміром 25×9 см, прямокутної форми, запаяними або зшитими подвійним щільним стібком. Відношення довжини до ширини становило 1,5×1,0, відношення маси проби до загальної площі торбинки – 10–15 мг на 1 см². Інкубацію концентрованих кормів здійснювали протягом 6 годин, грубих – 24 годин (ГОСТ 28075-89). Вміст сирого протеїну в кормах і сухій речовині у залишках кормів після їх інкубації визначали згідно з ГОСТ 13496.4-93 з однієї тієї самої проби корму.

Суть методу полягає в інкубації корму, покладеного в торбинку із синтетичної тканини і вміщеного в рубець дорослих жуйних тварин, і визначенні азоту в досліджуваній пробі корму до і після його інкубації.

Для вивчення інтенсивності процесів рубцевого травлення бичків у літній період проведено фізіологічний дослід тривалістю 30 діб. Для досліджень відбирали молодняк із 3-місячного віку, коли нормалізується рубцеве травлення у тварин. Проби вмісту рубця брали через фістуну через 2–2,5 години після ранкової годівлі протягом двох діб чотири рази на місяць. У рубцевій рідині, відфільтрованій через 4 шари марлі, визначали:

- концентрацію йонів водню (pH) – електропотенціометром марки pH-340;
- загальний і залишковий азот – методом Kjeldahl (2004), білковий – за різницею між загальним і залишковим;
- загальну кількість ЛЖК – методом парової дистиляції в апараті Маркгама (Н. В. Курилов та ін., 1987);
- амоніак – мікродифузним методом у чашках Конвея (І. П. Кондрахін, 2004);
- кількість інфузорій – шляхом підрахунку в 4-сітчастій камері Горяєва.

Цифровий матеріал оброблено методом варіаційної статистики на персональному комп'ютері з використанням пакета аналізу табличного процесора Microsoft Office Excel 2007. Статистичну обробку даних було проведено з урахуванням критерію достовірності за Стьюдентом [24]. Оцінку значення критерію достовірності (td) визначали залежно від обсягу аналізованого матеріалу. Імовірність відмінностей вважали статистично значущою за $P < 0,05$.

Результати дослідження. Для проведення досліджень хімічного складу трав'яних і концентрованих кормів, які використовували в годівлі молодняку великої рогатої худоби до 6-місячного віку, були відібрані різні види зерна бобових, злаків та інших кормів. Усього за звіт-

ний період вивчено понад 20 зразків кормів та отримано середні дані за поживністю кормів і вмістом в них сирого, розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну (табл. 2).

Таблиця 2 – Вміст поживних речовин у кормах, г/кг

Показники	Зерно					Шрот ріпако- вий	Сіно злакове	Сіно різно- травне
	рапс екстр.	люпин екстр.	ячмінь	пше- ниця	трिति- кале			
Кормові одиниці	1,70	1,04	1,16	1,16	1,06	0,91	0,47	0,45
Обмінна енергія, МДж	17,6	10,9	11,4	10,9	10,7	11,4	6,2	6,6
Суша речовина, г	846	850	850	850	845	913	830	825
Сирий протеїн, г	205	380	96	123	112	383	93	82
Розщеплюваний протеїн, г	117	255	81	106	88	303	17	38
Нерозщеплюваний протеїн, г	88	125	15	17	24	80	76	44
Перетравний протеїн, г	162	327	69	94	71	318	49	52
Сирий жир, г	448	49	17	18	19	23	15	21
Сира клітковина, г	51	93	40	17	31	120	242	250
Крохмаль, г	9	181	485	515	482	2	4	5
Цукор, г	45	51	45	20	20	72	35	46
Кальцій, г	2,6	2,5	1,2	1,0	4,0	8,6	4,7	6,1
Фосфор, г	6,2	5,0	4,3	5,5	5,6	14,2	3,9	3,8
Розщеплення протеїну %	57	67	84	86	78	79	18	47

Вміст сухих речовин у зернобобових і злакових становив 846–850 г в 1 кг натурального корму, обмінної енергії – 10,7–17,6 МДж. Концентрація обмінної енергії в сухій речовині рапсового шроту становила 12,5 МДж/кг.

Сіно злакове і різнотравне з умістом 83 % сухої речовини вирізнялося нижчою концентрацією обмінної енергії в сухій речовині – 7,5 і 8,0 МДж/кг, відповідно.

Порівняно низькою перетравністю сирого протеїну серед зазначених кормів характеризувалися екструдовані рапс і люпин – 57 і 67 %, сирий протеїн зерна злакових культур і рапсового шроту розщеплювався на 78–86 %.

Сирий протеїн сіна різнотравного з умістом 30 % сирової клітковини і 9,9 % сирого протеїну в сухій речовині розщеплювався на 47 %.

Для складання раціонів, відповідно до вказаних співвідношень розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну, було розроблено 5 рецептів комбікормів марки КР-2. У своїй основі комбікорм на 70–75 % складався із зернової суміші і на 25–30 % – з БВМД.

Зерноsumіш, яку використовували в комбікормі КР-2, на 70 % була представлена зерном ячменю і на 30 % – зерном пшениці. Обробка компонентів зернової суміші екструдуванням дала змогу знизити фракційний склад протеїну, а також змінити деякі параметри поживності суміші (табл. 3).

Таблиця 3 – Склад зернової суміші та її поживність

Компонент	Зерноsumіш 1	Зерноsumіш 2 (екструд.)
Ячмінь, %	70	70
Пшениця, %	30	30
В 1 кг зерноsumіші містилося:		
кормових одиниць	1,16	1,22
обмінної енергії, МДж	11,24	11,74
сухої речовини, г	850	887
сирого протеїну, г	104	105
розщеплюваного протеїну, г	88	57
нерозщеплюваного протеїну, г	16	49
перетравного протеїну, г	77	80
сирого жиру, г	17	18
сирової клітковини, г	33	35
крохмалю, г	494	500
цукру, г	38	79
кальцію, г	1,1	1,1
фосфору, г	4,7	4,7
Розщеплення протеїну, %	85	54
Ступінь захисту протеїну, %	-	36,6

В 1 кг нативної зернової суміші (рецепт 1) натуральної вологості містилося 1,16 корм. од., 11,24 МДж обмінної енергії, 104 г сирого і 77 г перетравного протеїну. Перетравність сирого протеїну була на рівні 85 %. Концентрація обмінної енергії в сухій речовині зернової суміші становила 13,22 МДж. Частка сирого протеїну в сухій речовині суміші перебувала на рівні 12,2 %, перетравного – 9,1 %.

Перетравність сирого протеїну зернової суміші, підданої екструзії (рецепт 2), була знижена до 54 %, при цьому ступінь захисту кормового білка становив 36,6 %. Енергетична цінність екструдованого компонента зросла на 4,45 %, вміст сухої речовини – 4,35, перетравного протеїну – на 3,90 %. Концентрація обмінної енергії в сухій речовині суміші складала 13,24 МДж, частка сирого протеїну в сухій речовині – 11,8 %, перетравного – 9,0 %.

На 1 г фосфору в зерновій суміші як нативної, так і екструдованої форми припало 4,3 г кальцію.

Крім зернової частини, до складу комбікорму КР-2 було включено білково-вітамінно-мінеральний компонент, представлений БВМД в кількості 25–30 % за масою.

Оскільки досягти підвищеного і зниженого рівня розщеплення сирого протеїну складно, було розроблено 5 рецептів БВМД для складу кожного комбікорму (табл. 4).

Таблиця 4 – Склад (%) і поживність БВМД

Компонент	БВМД				
	I	II	III	IV	V
Ріпак екструдований	14	60	14	34	70
Люпин екструдований	70	24	70	50	14
БВМД	16	16	16	16	16
В 1 кг добавки містилося:					
кормових одиниць	0,97	1,27	0,97	1,10	1,34
обмінної енергії, МДж	10,12	13,19	10,12	11,45	13,85
сухої речовини, г	713	712	713	713	711
сирого протеїну, г	295	214	295	260	197
розщеплюваного протеїну, г	195	131	195	167	117
нерозщеплюваного протеїну, г	100	83	100	93	79
перетравного протеїну, г	252	176	252	219	159
сирого жиру, г	97	281	97	177	320
сирої клітковини, г	72	53	72	64	49
крохмалю, г	128	49	128	94	32
цукру, г	42	39	42	32	39
кальцію, г	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2
фосфору, г	12	12,6	12	12,3	12,7
Розщеплення протеїну, %	66	61	66	64	60

Як білковий компонент до складу БВМД було включено насіння ріпаку і зерно люпину, піддані екструзії.

У рецептах БВМД № 1 і № 2 частка люпину і ріпаку становило 70 і 14 % відповідно. Вміст рубцево-перетравного протеїну цих БВМД становив 66 %.

Включення до складу БВМД № 4 50 % люпину і 34 % ріпаку привело до зниження рівня перетравності сирого протеїну до 64 %.

Збільшення частки ріпаку до 60 і 70 %, у складі БВМД № 2 і № 5, за зниження кількості люпину до 24 і 14 %, забезпечило перетравність протеїну на рівні 61 і 60 %, відповідно.

Частка вітамінно-мінерального комплексу в складі всіх БВМД становила 16 %.

Використання різних доз включених компонентів до складу комбікорму зумовило деякі коливання в їх поживності (табл. 5).

До складу комбікорму № 3 частково, а № 4 і № 5 повністю, вводили екструдовану зерносуші. Концентрація обмінної енергії в сухій речовині комбікормів № 1, № 3 і № 4 становила 13,43; 13,44 і 13,85 МДж/кг відповідно. У комбікормах № 2 і № 5 вміст обмінної енергії в сухій речовині був у межах 14,62–14,63 МДж/кг.

На частку сирого протеїну в сухій речовині комбікормів № 2, № 4 і № 5 припадало 17,0, 17,2 і 15,4 %, відповідно, в № 1 і № 3 – 18,6 і 18,3 %.

Комбікорм КР-2 залежно від складу різнився співвідношенням розщеплюваного і нерозщеплюваного сирого протеїну. Так, найвищою розщеплюваністю характеризувався протеїн комбі-

кормів № 1 і № 2 – 76 і 74 %, відповідно, концентрована частина якого складалася з нативної зернової суміші.

Таблиця 5 – Склад (%) і поживність комбікорму КР-2

Компонент	Комбікорм				
	1	2	3	4	5
Зерноsumіш	75	70	30	-	-
Зерноsumіш екструдована	-	-	45	73	71
БВМД	25	30	25	27	29
В 1 кг комбікорму містилося:					
кормових одиниць	1,11	1,19	1,14	1,16	1,20
обмінної енергії, МДж	10,96	11,82	11,18	11,43	11,80
сухої речовини, г	816	808	832	825	807
сирого протеїну, г	152	137	152	142	124
розщеплюваного протеїну, г,	115	101	101	83	70
нерозщеплюваного протеїну, г,	37	36	52	59	54
перетравного протеїну, г	120	106	122	113	97
сирого жиру, г	37	96	38	58	93
сирої клітковини, г	43	39	44	41	37
крохмалю, г	402	360	405	388	363
цукру, г	39	38	57	66	66
кальцію, г	8,1	9,6	8,1	8,1	8,1
фосфору, г	6,5	7,0	6,5	6,5	6,5
Перетравність протеїну, %	76	74	66	59	56

За рахунок використання в складі комбікорму № 3 частини екструдованої зернової суміші фракційний склад протеїну був 66:44. Для подальшого зниження перетравності сирого протеїну до рівня 59–56 % зернову суміш комбікорму було повністю замінено на екструдований аналог.

Для вивчення впливу різної розщеплюваності сирого протеїну в рубці тварин у літній період на процеси рубцевого травлення було складено ізоенергетичні раціони на основі розроблених комбікормів КР-2 зі співвідношенням розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну 80–60:20–40 (табл. 6).

Таблиця 6 – Середньодобовий раціон дослідних тварин за фактично спожитих кормів, кг/гол.

Корми і поживні речовини	Група				
	I	II	III	IV	V
Трава злаково-бобова	5,3	5,3	5,4	5,3	5,0
Сіно злакове	-	-	-	-	0,3
Комбікорм КР-2	2,6	2,4	2,5	2,5	2,4
Патока кормова	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
В раціоні містилося:					
кормових одиниць	4,05	4,07	4,05	4,06	4,06
обмінної енергії, МДж	43,08	43,43	43,13	43,17	43,45
сухої речовини, кг	3,59	3,44	3,60	3,53	3,52
сирого протеїну, г	561	521	565	541	520
розщеплюваного протеїну, г	445	393	403	354	309
нерозщеплюваного протеїну, г	136	128	172	187	187
перетравного протеїну, г	429	376	427	400	353
кальцію, г	32,5	34,6	32,1	31,6	31,3
фосфору, г	19,6	19,9	19,2	18,9	19,0
Розщеплення протеїну, %	77	75	70	65	62

У структурі раціону тварин I контрольної, II, III і IV дослідних груп на частку концентрованих кормів, представлених комбікормом КР-2 і патокою, припадало 74,7–75,2 %. У раціоні тварин V дослідної групи концентрати становили 73,7 % від загальної поживності раціону, з розщепленням сирого протеїну 60 %.

Зелена маса в структурі раціону тварин I контрольної, II, III і IV дослідних груп становила 24,8–25,3 %, у бичків V групи – 26,3 %. Зелена маса в раціонах молодняку дослідних груп була представлена злаково-бобовою травою. У раціон тварин V дослідної групи додатково включали злакове сіно для зниження розщеплення сирого протеїну до 60 %.

Добове споживання сухої речовини дослідними телятами знаходилося на рівні 3,4–3,6 кг/голову. Концентрація обмінної енергії в сухій речовині раціону тварин I контрольної і III дослідної груп становила 12,0 МДж/кг, а в II, IV і V – 12,2–12,6 МДж/кг. На частку сирого протеїну в сухій речовині раціону припадало 14,8–15,7 %. Решта показників раціону були враховані і збалансовані в межах норм.

У всьому ланцюгу травних процесів, що відбуваються в організмі жуйних тварин, найскладнішим є процес рубцевого травлення. Основним місцем перетворення поживних речовин у жуйних тварин є передшлунки, в яких перетравлюється 50–85 % сухої речовини, або 70 % енергії корму, 95 – легкоперетравних вуглеводів, 60 – клітковини, і до 80 % протеїну корму.

Вивчення процесів рубцевого метаболізму у молодняку великої рогатої худоби за зміни в їх раціоні рівня розпаду протеїну є актуальним, оскільки в рубці відбуваються процеси розщеплення поживних речовин до простіших форм, здатних легко проникати в кров і брати участь в обмінних процесах. У рубці білок, що надходить з кормом, під дією ферментів мікрофлори більш ніж наполовину розщеплюється до амінокислот і амоніаку, які використовуються для синтезу мікробного білка. Концентрація амоніаку, який утворюється в рубці, визначається насамперед кількістю і якістю кормового білка й азотовмісних небілкових сполук, а також інтенсивністю його всмоктування і використання для синтезу білка *de novo*.

Дослідженнями встановлено, що концентрація амоніаку в рубцевій рідині телят V дослідної групи була на 6,1 % нижчою порівняно з I контрольною групою (табл. 7).

Таблиця 7 – Біохімічні і мікробіологічні параметри вмісту рубця у телят в літній період ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)

Група	pH	ЛЖК, ммоль/100 мл	Аміак, мг/100 мл	Інфузорії, тис./мл
I	7,0±0,10	10,3±0,40	21,4±0,80	440,0±15,89
II	6,6±0,14	11,9±0,42	18,3±0,52 *	495,0±17,54
III	6,5±0,08 *	12,0±0,22 *	17,0±1,00 *	510,0±14,75 *
IV	6,8±0,07	11,2±0,29	18,7±0,99	480,0±11,80
V	6,9±0,05	10,8±0,24	20,1±0,80	462,0±15,38

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$.

Вміст амоніаку в рідкій частині рубця тварин II і IV дослідних груп поступався контролю на 14,5 ($P < 0,05$) і 12,6 % відповідно. Накопичення його в рубці аналогів III дослідної групи було на 20,6 % ($P < 0,05$) меншим порівняно з контролем. Надмірне надходження з кормом протеїну в рубець сприяє утворенню великої кількості амоніаку, який, потрапляючи в кров, спричинює токсикоз, дистрофію печінки та інших органів.

Реакція середовища вмісту рубця є важливим чинником, що визначає стан ферментативних процесів, утворення метаболітів, їх всмоктування і використання в організмі. Характеризується реакція середовища концентрацією водневих йонів або водневим показником – pH. Слід зазначити, що величина pH рубцевого вмісту залежить від багатьох чинників, зокрема і від фракційного складу протеїну [9].

Між концентрацією йонів водню та амоніаком існує пряма залежність. Так, високі рівні амоніаку сприяли зміщенню pH рубцевої рідини в лужну сторону. На величину водневого показника впливає і вміст ЛЖК, оскільки між ними встановлено зворотну залежність.

Під дією ферментів мікроорганізмів рубця, вуглеводи, що надійшли в нього, піддаються гідролізу з подальшим утворенням летких жирних кислот [25]. Підвищення синтезу ЛЖК в рубці телят II, III і IV дослідних груп на 15,5; 16,5 ($P < 0,05$) і 8,7 % призвело до зниження pH на 5,7; 7,1 і 2,9 %, відповідно.

Кількість інфузорій у рубці тварин усіх груп була майже однаковою. Найвищі значення розщеплення сирого протеїну – 80 %, 75, 65 і 60 % інгібували розвиток інфузорій на 5,0–12,5 %. Розщеплення протеїну на рівні 70 % негативно не впливало на ріст клітин інфузорій, збільшивши їх чисельність на 15,9 % ($P < 0,05$).

Обмін протеїну в жуйних тісно пов'язаний з функцією рубця. Частина азотних сполук, доступних для мікрофлори, піддається в рубці складним перетворенням, у результаті яких вони всмоктуються через стінку в циркулюючу кров. Інша частина разом з кормовою масою надходить у сичуг і, просуваючись кишечником, перетравлюється приблизно так само, як у тварин з

однокамерним шлунком. Вважають, що процеси, які відбуваються в рубці, забезпечують високу ефективність використання кормового протеїну.

Вміст азотистих компонентів рубцевої рідини (табл. 8) є одним із показників ступеня засвоюваності азоту корму, а також загальної спрямованості процесів рубцевого травлення.

Таблиця 8 – Концентрація азотистих речовин у рубцевій рідині дослідних тварин у літній період, мг/100 мл ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)

Показники	Група				
	I	II	III	IV	V
Загальний азот	180,0 $\pm$ 1,95	189,0 $\pm$ 2,35	193,0 $\pm$ 1,05**	184,0 $\pm$ 2,88	181,0 $\pm$ 3,14
Білковий азот	120,4 $\pm$ 2,04	127,1 $\pm$ 2,50	130,0 $\pm$ 2,21*	126,9 $\pm$ 2,82	121,0 $\pm$ 2,74
Залишковий азот	59,6 $\pm$ 2,59	61,9 $\pm$ 3,76	63,0 $\pm$ 2,68	57,1 $\pm$ 1,07	60,0 $\pm$ 0,41

Концентрація загального, білкового і небілкового азоту в рубці визначається насамперед кількістю прийнятого з кормом білка та інших азотовмісних речовин [16]. Тому важливим питанням, пов'язаним із підвищенням перетравності та засвоєння корму за участю мікроорганізмів у жуйних тварин, є перетворення у передшлунках протеїну, білкових і небілкових азотистих сполук.

Аналізуючи показники вмісту загального, білкового і небілкового азоту в рубцевій рідині, слід зазначити, що рівень усіх азотистих метаболітів у рідкій частині вмісту рубця тварин II, III і IV дослідних груп виявився вищим, ніж в інших групах. Так, найбільшу кількість білкового азоту виявлено в загальному азоті рубця телят III дослідної групи, вона становила 130,0 мг/100 мл, що було вище контролю на 5,7 %. Менш інтенсивне утворення загального азоту відзначено у тварин V дослідної групи – 181 мг/100 мл, що відповідало рівню I контрольної групи.

Провівши дослідження поживності ряду кормів і раціонів з різним співвідношенням розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну, на основі розроблених добавок, встановлено динаміку параметрів ферментативно-біохімічних процесів, що перебігають у рубці жуйних. Найбільш оптимальним рівнем розщеплення протеїну для молодняка великої рогатої худоби 6-місячного віку є 70 %.

Висновки. Вивчення хімічного складу трав'яних і концентрованих кормів показало, що вміст сирого протеїну і його розщеплюваних і нерозщеплюваних фракцій знаходиться в широких межах.

Рівень сирого протеїну в концентрованих кормах варіює в межах від 96 (зерно ячменю) до 380–383 г (екструдоване зерно люпину і ріпаковий шрот). Кількість розщепленого протеїну становила 81 (зерно ячменю) і 303 г (шрот ріпаковий). Розщеплюваність сирого протеїну була в межах від 57 (екструдоване насіння ріпаку) до 84–86 % (зерно ячменю і пшениці).

Вміст сирого протеїну в представлених зразках трав'яних кормів становив 93 (сіно злакове), розщеплюваного протеїну – від 17–19 (сіно злакове) до 38 г (сіно різнотравне), нерозщеплюваного – 76 г (сіно злакове). Співвідношення розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну становило 18–73: 82–27.

Розроблено кормові добавки та комбікорми КР-2, що балансують раціони телят до 6-місячного віку за рівнем розщеплення сирого протеїну.

Підвищення рівня розпадання сирого протеїну до 70 % в раціонах телят літнього періоду сприяє меншому накопиченню в рубцевій рідині аміаку на 20,6 %, активізації синтезу ЛЖК – на 16,5, збільшенню чисельності інфузорій – на 15,9, загального і білкового азоту – на 7,2 і 8,0 %. За використання раціонів із розщепленням протеїну 65–60 % відзначається підвищення накопичення аміаку на 6,1–12,6 %, за інгібування росту чисельності клітин інфузорій, утворення комплексу ЛЖК, загального і білкового азоту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Балансирование рационов по протеину – основной фактор повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота / Т.Л. Сапсалева и др. Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области. Курган, 2018. С. 663–666.
2. Натыничук Т.М. Применение системы чистой энергии лактации для оценки энергетической питательности объемистых кормов. Биотехнология: достижения и перспективы развития: сборник материалов II международной научно-практической конференции. Пинск, 2017. С. 74–75.

3. Ганущенко О.Ф., Соболев Д.Т. Организация рационального кормления коров с использованием современных методов контроля полноценности их питания: рекомендации. Витебск : ВГАВМ, 2016. 79 с.
4. Гамко Л.Н., Малявко В.А., Малявко И.В. Эффективность авансированного кормления коров и нетелей. Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2012. № 9. С. 32–40.
5. Малявко В.А., Масалов В.Н., Малявко И.В., Гамко Л.Н. Влияние авансированного кормления глубокостельных сухостойных коров за 21 день до отёла и в первую фазу лактации на их продуктивность и химический состав молока. Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2011. №1(28). С. 22–25.
6. Продуктивность телят в зависимости от количества протеина в составе ЗЦМ / Г.Н. Радчикова и др. Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции. Гродно, 2018. С. 204–206.
7. Выращивание телят с использованием местных источников белкового и энергетического сырья / В.К. Гурин и др. Зоотехническая наука Беларуси. Жодино, 2013. Т. 48. ч. 1. С. 256–267.
8. Яковчик С.Г., Ганущенко О.Ф. Мировой опыт интенсификации молочного скотоводства и актуальность его использования в хозяйствах Беларуси: практическое пособие. Минск, 2010. 44 с.
9. Гамко Л.Н., Малявко И.В. Влияние авансированного кормления стельных коров на их физиологическое состояние. Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2011. № 9. С. 3–6.
10. Гамко Л.Н., Малявко В.А., Малявко И.В. Изменение живой массы коров под влиянием авансированного кормления их за 21 день до отёла и в первую фазу лактации. Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2011. № 6 (33). С. 89–91.
11. Эффективность скармливания зерна рапса, люпина, вики, гороха в рационах телят / В.К. Гурин и др. Разведения і генетика тварин. 2012. Вып. 46. С. 322–325.
12. Малявко И.В., Малявко В.А. Эффективность авансированного кормления сухостойных коров и нетелей в предотельный период на их продуктивность в первые 100 дней лактации. Интенсивность и конкурентоспособность отраслей животноводства: материалы национальной научно-практической конференции, Брянск, 25 января 2018 г. Брянск, 2018. С. 153–161.
13. Голубицкий В.А. Витамины нового поколения и их взаимосвязь с продуктивностью животных. НТИ и рынок. 1997. № 9. С. 30–31.
14. Эффективность разных способов подготовки зерна к скармливанию / Г.В. Бесараб и др. Актуальні питання технології продукції тваринництва: збірник статей за результатами III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Полтава, 2018. С. 123–127.
15. Лемешевский В.О., Курепин А.А., Натинчик Т.М. Биохимические критерии рубцового пищеварения крупного рогатого скота под влиянием качества кормового белка. Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов: материалы конференции, посвященной 120-летию М.Ф. Томмэ. Дубровицы, 2016. С. 346–351.
16. Активность процессов пищеварения в рубце у бычков при различном качестве белка / В.О. Лемешевский и др. Вестник Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. 2016. № 1. С. 28–33.
17. Малявко В.А., Малявко И.В., Гамко Л.Н., Масалов В.Н. Эффективность использования питательных веществ рациона коровами в первые 100 дней лактации с учётом их авансированного кормления за 21 день до отёла. Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2011. № 6(33). С. 63–64.
18. Антонович А.М., Бесараб Г.В. Рубцовое пищеварение и расщепляемость протеина высокобелковых кормов в рубце в зависимости от способа обработки. Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции. Гродно, 2018. С. 118–120.
19. Переваримость питательных веществ рационов бычками и показатели пищеварения при включении карбонатного сапропеля / Г.Н. Радчикова и др. Зоотехническая наука Беларуси. Жодино, 2010. Т. 45, ч. 2. С. 192–201.
20. Эффективность разных способов подготовки зерна к скармливанию / Г.В. Бесараб и др. Актуальні питання технології продукції тваринництва: збірник статей за результатами III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Полтава, 2018. С. 123–127.
21. Кот А.Н., Бесараб Г.В., Антонович А.М. Влияние "защиты" протеина на эффективность использования корма молодняком крупного рогатого скота. Научное обеспечение животноводства Сибири: материалы II международной научно-практической конференции. Красноярск, 2018. С. 148–152.
22. Ганущенко О.Ф., Разумовский Н.П. Современные подходы к оценке качества кормов. Наше сельское хозяйство. 2015. № 22. С. 46.
23. Чулков А., Ганущенко О. «Разгон рубца» у телят – фундамент для реализации генетического потенциала. Комбикорма. 2014. № 6. С. 51–53.
24. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Изд. 3-е, исправл. Минск: Вышэйшая школа, 1973. 320 с.

REFERENCES

1. Sapsaleva, T.L., Besarab, G.V., Yaroshevich, S.A., Seryakov, I.S., Reichman, A.Ya., Golubitsky, V.A. (2018). Balansirovanie racionov po proteinu – osnovnoj faktor povysheniya produktivnosti molodnjaka krupnogo rogatogo skota [Balancing rations on protein - the main factor in increasing the productivity of young cattle]. Puti realizacii Federal'noj nauchno-tehnicheskoy programmy razvitiya sel'skogo hozjajstva na 2017-2025 gody: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 75-letiju Kurganskoj oblasti [Ways to implement the Federal scientific and technical program for the development of agriculture for 2017-2025: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Kurgan region]. Kurgan, pp. 663-666.
2. Natynchik, T.M. (2017). Primenenie sistemy chistoj jenerгии laktacii dlja ocenki jenergeticheskoy pitatel'nosti ob'emistyh kormov [The use of a pure lactation energy system for evaluating the energy nutrition of bulky feeds]. Bio-

tehnologija: dostizhenija i perspektivy razvitija: sbornik materialov II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Biotechnology: achievements and development prospects: a collection of materials of the II international scientific and practical conference]. Pinsk, pp. 74–75.

3. Ganushchenko, O.F., Sobolev, D.T. (2016). Organizacija racional'nogo kormlenija korov s ispol'zovaniem sovremennykh metodov kontrolja polnocennosti ih pitaniya: rekomendacii [Organization of rational feeding of cows using modern methods of monitoring the nutritional value of their cows: recommendations]. Vitebsk: VSAVM, 79 p.

4. Gamko, L.N., Malyavko, V.A., Malyavko, I.V. (2012). Jeftektivnost' avansirovannogo kormlenija korov i netelej [Efficiency of advanced feeding of cows and heifers]. Kormlenie sel'skohozjajstvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo [Feeding livestock and fodder production]. no 9, pp. 32–40.

5. Malyavko, V.A., Masalov, V.N., Malyavko, I.V., Gamko, L.N. (2011). Vlijanie avansirovannogo kormlenija glubokostel'nykh suhostojnykh korov za 21 den' do otjola i v pervuju fazu laktacii na ih produktivnost' i himicheskij sostav moloka [The effect of advanced feeding of deep-walled dry cows 21 days before calving and in the first phase of lactation on their productivity and chemical composition of milk]. Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Orel State Agrarian University]. no 1(28), pp. 22–25.

6. Radchikova, G.N., Sharejko, N.A., Ganushchenko, O.F., Vozmitel', L.A., Karelin, V.V., Kurtina, V.N. (2018). Produktivnost' teljat v zavisimosti ot kolichestva proteina v sostave ZCM [The productivity of calves, depending on the amount of protein in the composition of the milk replacer]. Sovremennye tehnologii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva: sbornik nauchnykh statej po materialam XXI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Modern technologies of agricultural production: a collection of scientific articles based on the materials of the XXI International scientific-practical conference]. Grodno, pp. 204–206.

7. Gurin, V.K., Radchikova, G.N., Karelin, V.V., Vozmitel', L.A., Bukas, V.V., Janochkin, I.V. (2013). Vyrashhivanie teljat s ispol'zovaniem mestnykh istochnikov belkovogo i jenergeticheskogo syr'ja [Growing calves using local sources of protein and energy raw materials]. Zootehnicheskaja nauka Belarusi [Zootechnical science of Belarus]. Zhodino, Vol. 48, Part 1, pp. 256–267.

8. Yakovchik, S.G., Ganushchenko, O.F. (2010). Mirovoj opyt intensifikacii molochnogo skotovodstva i aktual'nost' ego ispol'zovaniya v hozjajstvax Belarusi: prakticheskoe posobie [World experience in the intensification of dairy cattle breeding and the relevance of its use in Belarusian farms: a practical guide]. Minsk, 44 p.

9. Gamko L.N., Malyavko I.V. (2011). Vlijanie avansirovannogo kormlenija stel'nykh korov na ih fiziologicheskoe sostojani [The effect of advanced feeding of pregnant cows on their physiological state]. Kormlenie sel'skohozjajstvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo [Feeding livestock and fodder production]. no 9, pp. 3–6.

10. Gamko, L.N., Malyavko, V.A., Malyavko, I.V. (2011). Izmenenie zhivoj massy korov pod vlijaniem avansirovannogo kormlenija ih za 21 den' do otjola i v pervuju fazu laktacii [Change in live weight of cows under the influence of advanced feeding them 21 days before calving and in the first phase of lactation]. Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Orel State Agrarian University]. no 6(33), pp. 89–91.

11. Gurin, V.K., Tsai, V.P., Cat, A.N., Radchikova, G.N., Shevtsov, A.N. (2012). Jeftektivnost' skarmlivaniya zerna rapsa, ljupina, viki, goroha v racional'nykh teljat [Efficiency of feeding grain of rape, lupine, vetch, pea in the diets of calves]. Rozvedennja i genetika tvarin [Breeding and genetics of animals]. Issue 46, pp. 322–325.

12. Malyavko, I.V., Malyavko, V.A. (2018). Jeftektivnost' avansirovannogo kormlenija suhostojnykh korov i netelej v predotel'nyj period na ih produktivnost' v pervye 100 dnei laktacii [Efficiency of advance feeding of dry cows and heifers in the precautionary period for their productivity in the first 100 days of lactation]. Intensivnost' i konkurentosposobnost' otraslej zhivotnovodstva: materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii, Brjansk, 25 janvarja 2018 g. [Intensity and competitiveness of livestock industries: materials of the national scientific-practical conference, Bryansk, January 25, 2018]. Bryansk, pp. 153–161.

13. Golubitsky, V.A. (1997). Vitaminy novogo pokolenija i ih vzajmosvjaz' s produktivnost'ju zhivotnykh [Vitamins of a new generation and their relationship with animal productivity]. NTI i rynek [Scientific and technical information and market]. no. 9, pp. 30–31.

14. Bessarab, G.V., Antonovich, A.M., Golubitsky, V.A., Bukas, V.V., Karelin, V.V., Kurtina, V.N. (2018). Jeftektivnost' raznykh sposobov podgotovki zerna k skarmlivaniu [Efficiency of different ways of preparation of grain for feeding]. Aktual'ni pitannja tehnologii produkcii tvarinnictva: zbirnik statej za rezul'tatami III Vseukraïns'koï naukovo-praktichnoï internet-konferencii [Topical issues of livestock production technology: a collection of articles based on the results of the III All-Ukrainian scientific-practical Internet conference]. Poltava, pp. 123–127.

15. Lemeshevsky, V.O., Kurepin, A.A., Natynchik, T.M. (2016). Biohimicheskie kriterii rubcovogo pishhevareniya krupnogo rogatogo skota pod vlijaniem kachestva kormovogo belka [Biochemical criteria for cicatricial digestion of cattle under the influence of feed protein quality]. Fundamental'nye i prikladnye aspekty kormlenija sel'skohozjajstvennykh zhivotnykh i tehnologii kormov: materialy konferencii, posvjashhennoj 120-letiju M.F. Tommje [Fundamental and applied aspects of feeding farm animals and feed technology: proceedings of a conference dedicated to the 120th anniversary of M.F. Tommje]. Dubrovitsy, pp. 346–351.

16. Lemeshevsky, V.O. (2016). Aktivnost' processov pishhevareniya v rubce u bychkov pri razlichnom kachestve belka [Activity of digestion processes in the rumen of bulls with different quality of protein] Vesnik Paleskaga dzjarzhaŭnaga universiteta [Bulletin of the Polesie State University]. Seryja pryrodaznaŭchykh navuk [A series of natural sciences]. no 1, pp. 28–33.

17. Malyavko, V.A., Malyavko, I.V., Gamko, L.N., Masalov V.N. (2011). Jeftektivnost' ispol'zovaniya pitatel'nykh veshchestv racional'nykh korovami v pervye 100 dnei laktacii s uchjotom ih avansirovannogo kormlenija za 21 den' do otjola [The efficiency of the use of nutrients of the diet by cows in the first 100 days of lactation, taking into account their advanced feeding 21 days before calving] Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Orel State Agrarian University]. no 6(33), pp. 63–64.

18. Antonovich, A.M., Besarab, G.V. Rubcovoe pishhevarenie i rasshepljajе-most' proteina vysokobelkovykh kormov v rubce v zavisimosti ot sposoba obrabotki [Cicatricial digestion and protein breakdown of high-protein feed in the rumen, depending on the processing method]. *Sovremennye tehnologii sel'skhozajstvennogo proizvodstva: sbornik nauchnykh statej po materialam X XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Modern technologies of agricultural production: a collection of scientific articles based on the materials of the XXI International scientific-practical conference]. Grodno, pp. 118–120.

19. Radchikova, G.N., Kononenko, S.I., Pentilyuk, S.I., Shorets, R.D., Gurina, D.V. (2010). Perevarimost' pitatel'nyh veshchestv racionov bychkami i pokazateli pishhevareniya pri vkljuchenii karbonatnogo sapropelja [Digestibility of nutrients of diets by gobies and digestion indicators when carbonate sapropel is turned on]. *Zootehnicheskaja nauka Belarusi* [Zootechnical science of Belarus]. Zhodino, Vol. 45, Part 2, pp. 192–201.

20. Besarab, G.V., Antonovich, A.M., Golubitsky, V.A., Bukas, V.V., Karelin, V.V., Kurtina, V.N. (2018). Jefferktivnost' raznykh sposobov podgotovki zerna k skarmliivaniju [Efficiency of different ways of preparation of grain for feeding]. Aktual'ni pitannja tehnologiyi produkciyi tvarinnictva: zbrnik statej za rezul'tatami III Vseukrayins'koyi naukovopraktichnoyi internet-konferenciyi [Topical issues of livestock production technology: a collection of articles based on the results of the III All-Ukrainian scientific-practical Internet conference]. Poltava, pp. 123–127.

21. Kot, A.N., Besarab, G.V., Antonovich, A.M. (2018). Vliyanie "zashhity" proteina na jefferktivnost' ispol'zovanija korma molodnjakom krupnogo rogatogo skota [The effect of protein "protection" on the efficiency of feed use in young cattle]. Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri: materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Scientific Support for Siberian Livestock: Materials of the II International Scientific and Practical Conference]. Krasnoyarsk, pp. 148–152.

22. Ganushchenko O.F., Razumovsky N.P. (2015). Sovremennye podhody k ocenke kachestva kormov [Modern approaches to assessing the quality of feed]. *Nashe sel'skoe hozjajstvo* [Our agriculture], no 22, p. 46.

23. Chulkov, A., Ganushchenko, O. (2014). «Razgon rubca» u teljat – fundament dlja realizacii geneticheskogo potentsiala [“Acceleration of the scar” in calves it the foundation for the realization of genetic potential]. *Kombikorma* [Compound feed]. no. 6, pp. 51–53.

24. Rokitsky, P. F. (1973). *Biologicheskaja statistika* [Biological statistics]. Ed. 3rd corrected. Minsk: Higher School, 320 p.

Особенности рубцового пищеварения у молодняка крупного рогатого скота в зависимости от разного соотношения энергии, расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационах

Радчиков В.Ф., Цай В.П., Кот А.Н., Сапсалева Т.Л., Бесараб Г.В., Разумовский С.Н., Шулько О.П.

На сложнопериодизированных бычках черно-пестрой породы живой массой 120–160 кг по канюлированию рубца проведены опыты по определению содержания расщепляемого и нерасщепляемого протеина в травяных и концентрированных кормах.

Изучение химического состава травяных и концентрированных кормов показало, что содержание сырого протеина и его расщепляемых и нерасщепляемых фракций находится в широких пределах.

Уровень сырого протеина в концентрированных кормах варьирует в пределах от 96 (зерно ячменя) до 380–383 г (экструдированное зерно люпина и рапсовый шрот). Количество расщепляемого протеина составило 81 (зерно ячменя) и 303 г (шрот рапсовый). Расщепляемость сырого протеина колебалась в пределах от 57 (экструдированные семена рапса) до 84–86 % (зерно ячменя и пшеницы).

Содержание сырого протеина в представленных образцах травяных кормов составило от 27 (силос кукурузный) до 93 г (сено злаковое), расщепляемого протеина – от 17–19 (сено злаковое и силос кукурузный) до 38 г (сено разнотравное), нерасщепляемого – 8 (силос кукурузный), 76 г (сено злаковое). Соотношение расщепляемого протеина и нерасщепляемого – 27.

Повышение уровня распадаемости сырого протеина до 70 % в рационах телят летнего и зимне-стойлового периодов кормления способствует меньшему накоплению в рубцовой жидкости аммиака на 19,6–20,6 %, активизации синтеза ЛЖК – на 16,5–18,2, увеличению численности инфузорий – на 15,7–15,9, общего и белкового азота – на 7,2–7,4 и 8,0–12,3 %. Скармливание рационов с расщепляемостью протеина 65–60 % позволяет замедлять процессы рубцового метаболизма, заключающиеся в снижении ферментативной активности микробиоты, доли белкового азота и повышении количества аммиака.

По результатам анализа экономических показателей использования рационов с разным фракционным составом протеина установлено, что в летний и зимне-стойловый периоды содержаний экономически оправданными и целесообразными являются рационы с распадаемостью протеина 70 %, так как снижаются затраты кормов на 3,6–5,0 % и затраты обменной энергии – на 4,0–5,0 %.

Ключевые слова: концентрированные корма, зерно, расщепляемый протеин, нерасщепляемый протеин, телята.

Rumen cannulation of young cattle depending on protein diet

Radchikov V., Tzai V., Kot A., Sapsaleva T., Besarab G., Razumovsky S., Shulko O.

An experiment has been carried to determine the degradable and non-degradable protein content in grass and concentrated feed and its influence on operated sire rumen cannulation of black-and-white breed (with body weight of 120–160 kg). The grass chemical composition and concentrated feed research shows that there is a wide range of crude protein content and its degradable and non-degradable fractions.

The level of crude protein in concentrated feed varies from 96 g (barley grain) to 380–383 g (extruded lupine grain and rapeseed meal). The amount of degradable protein is 81 (barley grain), 303 g (rapeseed meal). Degradability of crude protein ranges from 57 % (extruded rapeseed) to 84–86 % (barley and wheat grain).

The crude protein content in the presented samples of grass feed is 27 (corn silage) – 93 g (cereal hay), degradable protein – from 17–19 (cereal hay and corn silage), up to 38 g (mixed grass), non-degradable – 8 (corn silage, 76 g (cereal hay). The degradable and non-degradable protein ration was 2:7.

The crude protein increase in summer and winter calve diet up to 70 % contributes a lower accumulation of ammonia in the rumen fluid (by 19.6–20.6 %) and activation of VFA synthesis (by 16.5–18.2). It also contributes the increase of the ciliate number (by 15.7–15.9), total and protein nitrogen (by 7.2–7.4 and 8.0–12.3 %).

Feeding on protein degradability (of 65–60 %) lets the rumen metabolism processes slow down, reduce the microbiota enzyme activity, the protein nitrogen proportion and the ammonia level increasing.

According to the analysis results of economic diet indices with different protein fractional composition it has been determined that the ration use with protein degradability of 70 %, and metabolizable energy costs – by 4.0–5.0 % are economically reasonable in summer and winter periods.

Key words: concentrated feeds, grain, degradable protein, non-degradable protein, calves.

Надійшла 08.10.2019 р.



ШУЛЬКО О.П., <https://orcid.org/0000-0002-0052-8871>

УДК 636.52/.58.084.1.087.72

РЕДЬКА А.І.

БОМКО В.С.

СЛОМЧИНСЬКИЙ М.М.

ЧЕРНЯВСЬКИЙ О.О.

БАБЕНКО С.П.

*Білоцерківський національний аграрний університет***ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗМІШАНОЛІГАНДНОГО КОМПЛЕКСУ ЦИНКУ В КОМБІКОРМАХ ДЛЯ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ**

Вивчено ефективність використання змішанолігандного комплексу Цинку в комбікормах для курчат-бройлерів кросу Кобб-500.

Було встановлено, що зменшення дози введення до комбікормів для курчат-бройлерів, за періодами вирощування 5–21, 22–35 і 36–42 днів, змішанолігандного комплексу Цинку з 60, 50 і 40 г до 45, 37,5 і 30 г елемента на 1 т комбікорму, показує кращі результати. З метою уточнення доз було проведено науково-господарський дослід і виробничу перевірку.

Жива маса курчат-бройлерів 2-ї групи, які залежно від періоду вирощування 5–21, 22–35 і 36–42 доби, споживали комбікорм зі змішанолігандним комплексом Цинку в дозі, що відповідала введенню 37,5; 30,0 і 25,0 г елемента на 1 т комбікорму, виявилась найвищою і у віці 42 доби становила 2669,2 г, що було на 7,1 % вище, ніж у курчат контрольної групи.

Встановлено, що використання змішанолігандного комплексу Цинку в дозах, що відповідають введенню за віковими періодами, 37,5; 30,0 і 25,0 та 30,0; 25,0 та 20,0 г елемента на 1 т комбікорму, у порівнянні з введенням змішанолігандного комплексу в дозах, що відповідають введенню на 1 т комбікорму 45, 37,5 і 30 г елемента, підвищує середньодобові прирости за весь період досліді відповідно на 4,2 і 2,9 г, або на 7,2 ($P<0,05$) і 5,1 %.

Згодовування комбікормів зі змішанолігандним комплексом Цинку дало змогу збільшити прибуток від реалізації на 28,4 %, а рівень рентабельності виробництва м'яса курчат-бройлерів – з 37,2 до 47,1 %. Таким чином, прибуток на одну голову зріс із 22,6 до 28,65 грн.

У результаті проведеної виробничої перевірки встановлено, що за умови однакової реалізаційної ціни на продукцію, використання комбікормів з додаванням змішанолігандного комплексу Цинку позитивно впливає на збереженість поголів'я, підвищує передзабійну масу і масу тушки, знижує витрати корму на приріст, що сприяє збільшенню прибутку і підвищенню рівня рентабельності виробництва м'яса курчат-бройлерів.

Ключові слова: змішанолігандний комплекс Цинку, сульфат Цинку, курчата-бройлери, середньодобовий приріст, контрольна група, дослідна група, економічна ефективність, виробнича перевірка.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-105-112

Постановка проблеми. Вирощування курчат-бройлерів завжди відрізнялося від інших галузей тваринництва високою економічною ефективністю та швидкою оборотністю активів, що дало змогу птахопідприємствам активно розвиватися та забезпечувати вітчизняного споживача якісним м'ясом птиці. За інтенсивного вирощування курчат-бройлерів фахівці вирішують ряд завдань, спрямованих на оптимізацію умов годівлі та отримання максимальних результатів. Питання ефективності та рентабельності виробництва м'яса бройлерів є одним із головних. Для покращення цих показників необхідно повністю реалізувати генетичний потенціал птиці шляхом організації повноцінної годівлі. Особливу увагу необхідно приділяти повноцінному мінеральному живленню, що є однією з основних передумов високої продуктивності птиці, а відсутність або нестача окремих мінеральних елементів, а також порушення співвідношення між їх вмістом у комбікормах призводить до зниження рівня використання поживних речовин кормів [2, 3, 7, 15, 17].

Значна частина мінеральних елементів, які надходять з кормами і кормовими добавками до організму птиці, є активаторами ферментативних процесів з перетравлювання поживних речовин кормів, їх всмоктування, синтезу, розпаду і виділення продуктів обміну з організму. Макро- та мікроелементи кормів у організмі птиці створюють необхідні умови для нормального функціонування ферментів, гормонів, вітамінів, стабілізують кислотно-лужну рівновагу й осмотичний тиск [10, 11, 13, 17].

Аналіз останніх досліджень. Проведені дослідження з удосконалення рецептів комбікормів для птиці дали змогу внести суттєві зміни у новітні технології виробництва продукції птахівництва. У господарствах України виробництво м'яса курчат-бройлерів базується на викори-

станні сучасних м'ясних кросів іноземної селекції. Якщо встановлені норми за концентрацією енергії та основних поживних речовин у комбікормах не викликають сумнівів, то в літературі даних щодо концентрації деяких мікроелементів та рівня їх засвоєння організмом є недостатньо [4, 6, 8, 12, 14, 18].

Тому останнім часом стали більше уваги приділяти забезпеченості раціонів птиці мікроелементами, зокрема метал-біотиком Цинком, який обов'язково додають до складу комбікормів з різними солями [1, 19].

Цинк в організмі тварин є необхідним компонентом або активатором багатьох ферментів та гормонів, впливає на обмін в організмі білків, жирів і вуглеводів, зміцнює імунну систему, впливає на виводимість курчат-бройлерів. Нестача Цинку в організмі птиці призводить до порушень синтезу білка, у результаті чого знижується інтенсивність росту, збільшуються строки вирощування курчат та витрати корму на приріст [12, 14, 19]. Тривалий дефіцит Цинку в комбікормах птиці призводить до зменшення його рівня в плазмі крові, кістковій тканині, підшлунковій залозі, печінці, нирках, при цьому знижується активність фосфатази, карбоангідрази крові, карбоксипептидази А і В підшлункової залози, лактатдегідрогенази серця, скелетних м'язів, нирок, алкогольдегідрогенази сім'яників і, в результаті, це призводить до зниження виводимості через погану заплідненість яєць [3, 12, 16].

Цинк є структурним компонентом або необхідний для каталітичної активності понад 200 металоферментів, задіяних у різних метаболічних процесах [15, 18].

Метою дослідження було встановлення оптимальної дози введення до складу комбікормів для курчат-бройлерів змішанолігандного комплексу Цинку і визначення ефективності його застосування.

Матеріал і методи дослідження. Раніше [1] було встановлено, що найкращі показники продуктивності показали курчата-бройлери, які з комбікормами, за періодами вирощування 5–21, 22–35 і 36–42 діб, споживали змішанолігандний комплекс Цинку в дозах, що відповідали введенню на 1 т комбікорму 45, 37,5 і 30 г елемента.

Науково-господарський дослід із уточнення оптимальних доз введення до комбікормів змішанолігандного комплексу Цинку проводили за методом груп. У добовому віці відібрали 150 курчат-бройлерів, з яких за принципом аналогів сформували три групи: одну контрольну та дві дослідних, по 50 голів у кожній (25 півників і 25 курочок). Підбираючи аналогів, урахували вік і живу масу курчат-бройлерів. Дослідження проводили з дотриманням усіх вимог щодо постановки зоотехнічних експериментів [10].

Усе поголів'я дослідних курчат до досягнення двотижневого віку утримували у кліткових батареях по 25 голів у клітці, з двотижневого віку і до забою – у таких самих кліткових батареях, але концентрацію поголів'я було зменшено до 7–8 голів у клітці [5, 9, 13].

Для годівлі курчат-бройлерів упродовж дослідів і виробничої перевірки, за винятком зрівняльного періоду, використовували повнораціонні комбікорми, що виготовляли у комбікормовому цеху навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ і які, відповідно до рекомендованих норм годівлі, було збалансовано за вмістом енергії та поживних речовин.

Залежно від періоду вирощування курчат (5–21, 22–35 і 36–42 діб) змінювали набір і вміст основних інгредієнтів у складі комбікормів для того, щоб забезпечити належну кількість енергії і поживних речовин. У перші чотири доби, тобто у зрівняльний період вирощування, курчатам усіх дослідних груп згодовували повнораціонний передстартовий комбікорм виробництва Миронівського комбікормового заводу «Київ-Атлантик-Україна».

Склад комбікормів, які використовували для годівлі птиці впродовж усіх періодів вирощування, наведено в таблиці 1.

Як видно з таблиці 1, основу комбікорму, що згодовували курчатам-бройлерам, становили зернові корми і відходи від переробки олійних культур. Рецепти комбікормів для годівлі птиці у вікові періоди 5–21, 22–35 і 36–42 діб було змінено за рахунок зменшення частки макухи сої і збільшення частки макухи соняшника на 1–2 %. Загалом у комбікормах частку макухи сої зі збільшенням віку курчат зменшували, натомість вводили макуху соняшника і збільшували частку зерна кукурудзи.

Таблиця 1 – Склад комбікормів для курчат-бройлерів у різні вікові періоди вирощування, %

Інгредієнти	Віковий період, діб			
	1–4	5–21	22–35	36–42
Кукурудза	40	41	43	44,5
Пшениця	17	16	14	21,5
Макуха соняшника	–	7	9	11
Макуха сої	37	31	29	18
Олія соняшника	1	–	–	–
Премікс	5	5	5	5

Вміст біологічно активних речовин у комбікормах балансували введенням вітамінно-мінерального преміксу.

Для годівлі птиці першої групи у науково-господарському досліді використовували комбікорми зі змішанолігандним комплексом Цинку в дозах, що відповідали введенню 45, 37,5 і 30, для другої – 37,5, 30,0 і 25,0 і для третьої – 30,0, 25,0 та 20,0 г елемента на 1 т комбікорму.

Результати дослідження та їх обговорення. Якщо жива маса курчат на початку досліді була майже однаковою, то у 7-добовому віці вона мала тенденцію до збільшення у курчат 2-ї і 3-ї груп, які на відміну від контрольної групи з комбікормами споживали змішанолігандний комплекс Цинку в менших дозах, однак статистично значущої різниці за цим показником не встановлено (табл. 2).

Таблиця 2 – Жива маса курчат-бройлерів, г ($M \pm m$, $n=50$)

Вік, діб	Група		
	контрольна 1-а	дослідна	
		2-а	3-я
1	40,40 $\pm$ 0,45	40,60 $\pm$ 0,48	40,80 $\pm$ 0,51
7	118,10 $\pm$ 1,07	119,60 $\pm$ 1,05	120,00 $\pm$ 1,17
14	335,0 $\pm$ 3,35	348,3 $\pm$ 3,64*	349,4 $\pm$ 3,23**
21	798,5 $\pm$ 7,51	833,4 $\pm$ 4,80**	825,0 $\pm$ 8,29*
28	1278,5 $\pm$ 31,97	1374,0 $\pm$ 21,41*	1360,2 $\pm$ 20,31*
35	1781,1 $\pm$ 20,45	1896,8 $\pm$ 24,74**	1885,1 $\pm$ 30,11*
42	2491,7 $\pm$ 56,40	2669,2 $\pm$ 57,39*	2616,4 $\pm$ 47,41

Примітка. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою.

За результатами зважувань упродовж всього досліді найвищу живу масу, починаючи з 21-добового віку, спостерігали у курчат-бройлерів 2-ї дослідної групи, які з комбікормом споживали змішанолігандний комплекс Цинку в дозі, що відповідала введенню (залежно від періоду вирощування 5–21, 22–35 і 36–42 діб) 37,5; 30,0 і 25,0 г елемента на 1 т комбікорму.

Курчата цієї групи за живою масою у віці 7, 14, 21, 28, 35 і 42 доби переважали бройлерів контрольної групи відповідно на 1,5; 13,3 ($p < 0,05$); 34,9 ($p < 0,01$); 95,5 ($p < 0,05$); 115,7 ($p < 0,01$) і 177,5 г ($p < 0,05$), або на 1,3; 4,0; 4,4; 7,5; 6,5 і 7,1 %. Тимчасом курчата 3-ї дослідної групи у зазначені періоди вирощування за живою масою переважали курчат 1-ї, однак відставали від ровесників 2-ї дослідної групи.

У віці 7 діб жива маса курчат 3-ї групи була відповідно на 1,9 г, або на 1,6 % більшою, ніж у бройлерів контрольної групи.

У віці 14, 21, 28, 35 та 42 діб жива маса птиці 3-ї групи була відповідно на 14,4 ($p < 0,01$); 26,5 ($p < 0,05$); 81,7 ($p < 0,05$); 104,0 ($p < 0,05$) та 124,7 г, або на 4,3; 3,3; 6,4; 5,8 та 5,0 % більшою, ніж у аналогів контрольної групи.

Отже, жива маса курчат-бройлерів 2-ї групи, які залежно від періоду вирощування (5–21, 22–35 і 36–42 доби) споживали комбікорм зі змішанолігандним комплексом Цинку в дозі, що відповідала введенню 37,5; 30,0 і 25,0 г елемента на 1 т комбікорму, виявилась найвищою і у віці 42 доби становила 2669,2 г, що було на 7,1 % вище, ніж у курчат контрольної групи.

Відповідно до живої маси змінювалися і середньодобові прирости (табл. 3).

Таблиця 3 – Середньодобові прирости живої маси курчат-бройлерів, г ($M \pm m$, $n=50$)

Віковий період, дів	Група		
	контрольна 1-а	дослідна	
		2-а	3-я
1–7	10,6 $\pm$ 0,40	10,9 $\pm$ 0,47	11,3 $\pm$ 0,17
8–14	31,0 $\pm$ 0,41	32,7 $\pm$ 0,44*	32,8 $\pm$ 0,39**
15–21	66,2 $\pm$ 0,74	69,3 $\pm$ 0,76**	67,9 $\pm$ 0,98
22–28	68,6 $\pm$ 3,77	77,2 $\pm$ 2,73	76,5 $\pm$ 2,38
29–35	71,8 $\pm$ 2,93	74,7 $\pm$ 3,55	75,0 $\pm$ 4,00
36–42	101,5 $\pm$ 6,91	110,3 $\pm$ 6,55	104,5 $\pm$ 7,69
За період досліді	58,4 $\pm$ 1,34	62,6 $\pm$ 1,36*	61,3 $\pm$ 1,12

Примітка. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою.

Упродовж першого тижня вирощування курчата-бройлери 3-ї дослідної групи за середньодобовим приростом переважали аналогів контрольної групи на 6,2 %, тимчасом середньодобові прирости живої маси птиці 2-ї дослідної групи були на 2,1 % більшими, ніж у птиці контрольної групи, хоча різниця у збільшенні приростів не була статистично значущою.

Під час вирощування курчат від 8- до 14-добового віку найбільший середньодобовий приріст (32,8 г) спостерігали у птиці 3-ї групи, яка споживала комбікорм зі змішанолігандним комплексом Цинку в дозі, що відповідала введенню 25,0 г елемента на 1 т комбікорму ($p < 0,01$). Птиця, яка в цей віковий період споживала комбікорм зі змішанолігандним комплексом Цинку в дозі, що відповідала введенню 30,0 г елемента на 1 т комбікорму (2-а група), мала середньодобовий приріст 32,7 г ($p < 0,05$).

У період вирощування молодняку від 15 до 21-добового віку найвищий середньодобовий приріст живої маси був у птиці 2-ї групи (69,3 г), що на 4,7 % ($p < 0,01$) більше за приріст курчат контрольної групи, тимчасом приріст курчат 3-ї групи був вищим лише на 2,6 %.

За середньодобовими приростами аналогічну картину спостерігали і в періоди вирощування дослідних курчат від 22 до 28 дів та від 29 до 35 дів. Так, курчата 2-ї дослідної групи у зазначені вікові періоди вирощування за середньодобовими приростами живої маси переважали птицю контрольної групи на 12,6 і 4,0 %, а 3-ї – на 11,5 і 4,4 %.

В останній період вирощування (36–42 доби) курчата-бройлери 2-ї дослідної групи за середньодобовим приростом живої маси переважали аналогів контрольної групи на 8,7 %, а 3-ї дослідної групи – на 2,9 %.

Якщо порівнювати середньодобові прирости за весь період досліді, то у курчат 2-ї групи вони були 62,6 г, а у курчат 3-ї групи – 61,3 г. За середньодобовими приростами курчата, що споживали комбікорм зі змішанолігандним комплексом Цинку в дозах, що відповідали введенню за віковими періодами 37,5, 30,0 і 25,0 та 30,0, 25,0 та 20,0 г елемента на 1 т комбікорму, переважали контроль відповідно на 7,2 ($p < 0,05$) і 5,1 %.

Отже, найвищі середньодобові прирости в усі вікові періоди вирощування відмічено у птиці 2-ї групи, яка споживала комбікорми з додаванням змішанолігандного комплексу Цинку у дозах, що відповідали введенню за віковими періодами 37,5; 30,0 і 25,0 г елемента на 1 т комбікорму.

У результаті науково-господарського досліді встановлено, що використання змішанолігандного комплексу Цинку у дозах, що відповідають введенню за віковими періодами 37,5; 30,0 і 25,0 та 30,0; 25,0 та 20,0 г елемента на 1 т комбікорму, у порівнянні з введенням змішаноліган-

дного комплексу в дозах, що відповідають введенню на 1 т комбікорму 45, 37,5 і 30 г елемента, підвищує середньодобові прирости за весь період дослідів відповідно на 4,2 і 2,9 г, або на 7,2 (P<0,05) і 5,1 %.

Апробацію одержаних результатів, що характеризувало економічну ефективність використання у комбікормах курчат-бройлерів кросу «Кобб-500» змішанолігандного комплексу Цинку, проводили в умовах промислової птахоферми навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету (табл. 4).

Таблиця 4 – Економічна ефективність виробництва м'яса курчат-бройлерів

Показник	За використанням змішанолігандного комплексу Цинку
Посаджено курчат на вирощування, голів	1000
Здано на забій, голів	984
Збереженість поголів'я, %	98,4
Передзабійна маса 1 голови, кг	2,610
Забійний вихід, %	76,4
Маса тушки, кг	1,99
Витрати корму на 1 кг приросту, кг	1,82
Загальні витрати комбікорму, кг	4674
Вартість 1 т комбікорму, грн	11100
Вартість використаних добавок Цинку, грн	196,3
Вартість добового молодняка, грн	17000
Загальні витрати на вирощування курчат, грн	59919,7
Загальна маса патраних тушок, кг	1958,2
Вартість реалізації 1 кг патраної тушки, грн	45,0
Всього одержано коштів від реалізації патраних тушок, грн	88117,2
Собівартість 1 кг патраної тушки, грн	30,6
Прибуток, грн	28197,5
Рівень рентабельності, %	47,1
Прибуток на одну голову, грн	28,65

Розрахунки показників економічної ефективності використання комбікормів з різними добавками зроблено за цінами 2-го кварталу 2018 р.

Як свідчать дані проведених виробничих випробувань, використання комбікормів зі змішанолігандним комплексом Цинку позитивно позначилось на показниках продуктивності птиці.

Згодовування комбікормів зі змішанолігандним комплексом Цинку дало змогу збільшити прибуток від реалізації на 28,4 %, а рівень рентабельності виробництва м'яса курчат-бройлерів – з 37,2 до 47,1 %. Таким чином, прибуток на одну голову зріс з 22,6 до 28,65 грн.

У результаті проведеної виробничої перевірки встановлено, що за умови однакової реалізаційної ціни на продукцію, використання комбікормів з додаванням змішанолігандного комплексу Цинку позитивно впливає на збереженість поголів'я, підвищує передзабійну масу і масу тушки, знижує витрати корму на приріст, що сприяє збільшенню прибутку і підвищенню рівня рентабельності виробництва м'яса курчат-бройлерів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бомко В.С., Сломчинський М.М., Чернявський О.О., Редька А.І. Абсолютний приріст курчат-бройлерів за згодовування комбікормів із змішанолігандним комплексом цинку. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Аграрна наука та харчові технології. Вип. 3(102). Вінниця, 2018. С. 3–11.

2. Бронська О.Ю. Розвиток ринку м'ясної продукції як чинник забезпечення продовольчої безпеки держави. 36. наук. праць Тавр. держ. агротехнолог. ун-ту (економічні науки) / під ред. В. А. Рульєва. Мелітополь: Люкс, 2010. № 2 (10). С. 100–104.
3. Вертійчук А.І., Глебова Ю.А. Вплив годівлі птиці на якість продукції. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2012. Вип. 179. С. 136–142.
4. Дурст Л.М., Виттман М. Кормление сельскохозяйственных животных / под ред. И.И. Ибатулина, Г.В. Проваторова. Винница: Нова Книга, 2003. 384 с.
5. Кононенко В.К., Ібатулін І.І., Патров В.С. Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві. Київ, 2000. С. 38–40.
6. Лемешева М.М. Амінокислотне живлення птиці. Сучасне птахівництво. 2003. № 12. 17 с.
7. Лемешева М.М., Айсобарі Е.Е., Юрченко В.В. Ефективність використання комплексних кормових добавок у птахівництві. Вісник аграрної науки. 2012. № 3. С. 42–44.
8. Мельник А.Ю. Деякі показники мінерального та ліпідного обмінів у курчат-бройлерів 33-добового віку за використання препарату декавіт. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина. 2015. № 7 (37). С. 44–47.
9. Меркурьєва Е.К. Генетика с основами биометрии. М.: Колос, 1983. 424 с.
10. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. Ібатуліна І.І., Журовського О.М. К.: Аграр. Наука, 2017. 328 с.
11. Михальская В. М., Малюга. Л. В. Содержание меди и цинка в тканях бройлеров при использовании их хелатных соединений. Ukrainian Journal of Ecology. 2013. 3.3 (9).
12. Медвідь С.М., Гунчак А.В., Гутий Б.В., Ратич І.Б. Перспективи раціонального забезпечення курчат-бройлерів мінеральними речовинами. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2017. Т.19. № 79. С. 127–134.
13. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос. 1969. 256 с.
14. Поліщук А.А., Булавкіна Т.П. Сучасні кормові добавки в годівлі тварин та птиці. Ефективні корми та годівля. 2010. №7. С. 24–28.
15. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин / І.І. Ібатулін та ін. К.: Вища освіта, 2003. 432 с.
16. Сичов М. Фазова годівля бройлерів. Наше птахівництво. 2017. № 5. С. 66–68.
17. Терещенко О.В., Катеринич О.О., Рожковський О.В. Сучасні напрями розвитку птахівництва України (стан та перспективи наукового забезпечення галузі). Птахівництво: міжвід. темат. наук. зб. НААН, Інститут птахівництва, Асоціація «Союз птахівників України». Харків, 2011. Вип. 67. С. 93–99.
18. Царук Л.Л., Бережнюк Н.А., Чернолата Л.П. Баланс мінеральних речовин у організмі курчат-бройлерів. Аграрна наука та харчові технології. № 2. 2017. С. 111–117.
19. Medvid S. M., Hunchak A.V., Gutyj B.V., Ratych I. B. Prospects of rational security chicken-broilers with mineral substances. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences. 2017. 19(79). P. 127–134.
20. King J.C., Cousins R.J. Zinc. In: Modern Nutrition in Health and Disease (10th ed.) / edited by Shils M. E., Shike M., Ross A. C. et al. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins. 2005. P. 271–285.

REFERENCES

1. Bomko, V.S., Slomchinskiy, M.M., Chernyavskiy, O.O., Red'ka, A.I. (2018). Absolutnyj pryrist kurchat-brojeriv za zgodovuvannya kombikormiv iz zmishanoligandnym kompleksom cynku. [Absolute increase in broiler chickens for feeding compound feeds with mixed-ligand zinc complex]. Zbirnyk naukovykh prac' VNAU [Collection of scientific works of VNAU]. Serija: Agrarna nauka ta harchovi tehnologii' [Series: Agrarian Science and Food Technology]. Vinnitsa, Issue 3 (102), pp. 3–11.
2. Bronskaya, O.Yu. (2010). Rozvytok rynku m'jasnoi' produkci' jak chynnyk zabezpechennja prodovol'choi' bezpeky derzhavy [Sciences. against Tavr. state. agricultural technologist]. Zb. nauk. prac' Tavr. derzh. agrotehnolog. un-tu (ekonomichni nauky) / pid red. V. A. Rul'jeva [University of Economics / Ed. VA Rueva]. Melitopol: Suite, no. 2 (10), pp. 100–104.
3. Vertichuk, A.I., Glebova, Yu.A. (2012). Vplyv godivli ptyci na jakist' produkci' [Influence of poultry feeding on product quality]. Naukovy visnyk Nacional'nogo universytetu biosursiv i pryrodokorystuvannja Ukrai'ny [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]. Ser.: Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkci' tvarynnystva [Ser.: Technology of livestock production and processing]. Issue 179, pp. 136–142.
4. Durst, L.M., Wittman, M. (2003). Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh [Feeding farm animals]. Ed. I.I. Ibatulina, G.V. Provatorova. Vinnytsia: The New Book, 384 p.
5. Kononenko, V.K., Ibatullin, I.I., Patrov, V.S. (2000). Praktykum z osnov naukovykh doslidzen' u tvarynnystvi [Workshop on the basics of scientific research in animal husbandry]. Kyiv, pp. 38–40.
6. Lemesheva, M.M. (2003). Aminokyslotne zhyvlennja ptyci [Amino acid nutrition of birds]. Suchasne ptahivnyctvo [Modern poultry production]. no. 12, 17 p.
7. Lemesheva, M.M., Aysobari, E.E., Yurchenko, V.V. (2012). Efektivnist' vikoristannja kompleksnih kormovih dobavok u ptahivnyctvi [The efficiency of the use of complex feed additives in poultry]. Visnyk agrarnoi' nauki [Bulletin of agrarian science]. no. 3, C. 42–44.
8. Melnyk, A.Yu. (2015). Dejaki pokaznyky mineral'nogo ta lipidnogo obminiv u kurchat-brojeriv 33-dobovogo viku za vykorystannja preparatu dekavit [Some indicators of mineral and lipid metabolism in broiler chickens of 33 days of age for the use of the drug decavit]. Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Series: "Veterinary Medicine". no. 7 (37), pp. 44–47.

9. Merkur'yeva, E.K. (1983). Genetika s osnovami biometrii [Genetics with the basics of biometrics]. M.: Colossus, 424 p.
10. Ibatulina, I.I., Zhurovsky, O.M. (2017). Metodologija ta organizacija naukovykh doslidzhen' u tvarynnyctvi: posibnyk [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry: manual]. K.: Agrarian. Science, 328 p.
11. Mikhalskaya, V.M., Malyuga, L.V. (2013). Soderzhanie medi i cinka v tkanjah brojlerov pri ispol'zovanii ih helatnykh soedinenij [Content of copper and zinc in broiler tissues using their chelate compounds]. Ukrainian Journal of Ecology. 3.3 (9).
12. Medvid, S.M., Gunchak, A.V., Guty, B.V., Ratic, I.B. (2017). Perspektyvy racional'nogo zabezpechennja kurchat-brojleriv mineral'nymy rehovynamy [Prospects for rational provision of broiler chickens with mineral substances]. Naukovyj visnyk L'vivskogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycynyta biotehnologij imeni S.Z. G'zhyc'kogo. [Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine of Biotechnology named after S.Z. Gzhyskytskyi]. Vol.19, no. 79, pp. 127–134.
13. Plohinsky, N.A. 1969. Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov [A guide to biometrics for zootechnicians]. M.: Colossus, 256 p.
14. Polishchuk, A.A., Bulavkin, T.P. (2010). Suchasni kormovi dobavky v godivli tvaryn ta ptyci [Modern feed additives in feeding animals and poultry]. Efektyvni kormy ta godivlja [Effective feed and feeding]. no. 7, pp. 24–28.
15. Ibatullin, I.I., Panasenko, Yu.O., Kononenko, V.K. (2003). Praktikum z godivli sil'skogospodars'kykh tvaryn [Workshop on Feedingstuffs]. K.: Higher Education, 432 p.
16. Sychov, M. (2017). Fazova godivlja brojleriv [Phase feeding of broilers]. Nashe ptahivnyctvo [Our poultry]. no. 5, pp. 66–68.
17. Tereshchenko, O.V., Katerynich, O.O., Rozhkovsky, O.V. (2011). Suchasni naprjamy rozvytku ptahivnyctva Ukrainy (stan ta perspektyvy naukovooho zabezpechennja galuzi) [Modern directions of poultry development in Ukraine (state and prospects of scientific support of the industry)]. Ptahivnyctvo: mizhvid. temat. nauk. zb. [Poultry breeding: Inter-species. theme. Sciences. Sat]. NAAN, Instytut ptahivnyctva, Asociacija «Sojuz ptahivnykiv Ukrainy» [NAAS, Institute of Poultry Breeding, Association "Union of Poultry Farmers of Ukraine"]. Kharkiv, Issue 67, pp. 93–99.
18. Tsaruk, L.L., Berezhnyuk, N.A., Chornolata, L.P. (2017). The balance of minerals in the body of broiler chickens. Agricultural Science and Food Technology. no. 2, pp. 111–117.
19. Medvid, S.M., Hunchak, A.V., Guty, B.V., Ratic, I.B. (2017). Prospects of rational security chicken-broilers with mineral substances. Scientific Messenger of LNU Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences. 19 (79), pp. 127–134.
20. King, J.C., Cousins, R.J. (2005). Zinc. In: Modern Nutrition in Health and Disease (10th ed.) / edited by Shils M. E., Shike M., Ross A. C. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins. pp. 271–285.

Эффективность использования смешаннолигандного комплекса Цинка в комбикормах для цыплят-бройлеров

Редька А.И., Бомко В.С., Сломчинский М.Н., Чернявский А.А., Бабенко С.П.

Изучена эффективность использования смешаннолигандного комплекса Цинка в комбикормах для цыплят-бройлеров кросса Кобб-500.

Установлено, что уменьшение дозы введения в комбикорма для цыплят-бройлеров, по периодам выращивания 5–21, 22–35 и 36–42 суток, смешаннолигандного комплекса Цинка с 60, 50 и 40 г до 45, 37,5 и 30 г элемента на 1 т комбикорма, показывает лучшие результаты.

Живая масса цыплят-бройлеров 2-й группы, которые в зависимости от периода выращивания 5–21, 22–35 и 36–42 суток, потребляли комбикорм со смешаннолигандным комплексом Цинка в дозе, соответствующей введению 37,5, 30,0 и 25, 0 г элемента на 1 т комбикорма, оказалась наивысшей и в возрасте 42 суток составила 2669,2 г, что было на 7,1 % больше, чем у цыплят контрольной группы.

Установлено, что использование смешаннолигандного комплекса Цинка в дозах, соответствующих введению, по возрастным периодам, 37,5; 30,0 и 25,0 и 30,0; 25,0 и 20,0 г элемента на 1 т комбикорма, по сравнению с введением смешаннолигандного комплекса в дозах, соответствующих введению на 1 т комбикорма 45; 37,5 и 30 г элемента, повышает среднесуточные приросты за весь период опыта соответственно на 4,2 и 2,9 г, или 7,2 (P < 0,05) и 5,1 %.

Скармливания комбикормов со смешаннолигандным комплексом Цинка позволило увеличить прибыль от реализации на 28,4 %, а уровень рентабельности производства мяса цыплят-бройлеров – с 37,2 до 47,1 %. Таким образом прибыль на одну голову выросла с 22,6 до 28,65 грн.

В результате проведенной производственной проверки установлено, что при одинаковой реализационной цене на продукцию, использование комбикормов с добавлением смешаннолигандного комплекса Цинка положительно влияет на сохранность поголовья, повышает предубойную массу и массу тушки, снижает затраты корма на прирост, что приводит к увеличению прибыли и повышению уровня рентабельности производства мяса цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: смешаннолигандный комплекс Цинка, сульфат Цинка, цыплята-бройлеры, среднесуточный прирост, контрольная группа, исследовательская группа, экономическая эффективность, производственная проверка.

Efficiency of use of zinc mixed liganding complex in compound feeds for chicken broilers

Redka A., Bomko V., Slomchynskyi M., Chernyavsky A., Babenko S.

The effectiveness of the use of zinc mixed-ligand complex in feed for broiler chickens of the Cobb-500 was studied.

It was found that the reduction of the dose of introduction into compound feeds for broiler chickens, for periods of cultivation of 5-21, 22-35 and 36-42 days, of mixed zinc complex from 60, 50 and 40 g to 45, 37.5 and 30 g of the element per 1 ton of compound feed shows the best results.

Live weight of broilers of the 2nd group, which depending on the growing period 5-21, 22-35 and 36-42 days, consumed feed with mixed ligand complex Zinc in a dose corresponding to the introduction of 37.5, 30.0 and 25, 0 g of

element per 1 ton of compound feed was the highest and at the age of 42 was 2669.2 g, which was 7.1% higher than that of the control group chickens.

It was found that the use of zinc mixed-ligand complex in the doses corresponding to the introduction, by age, 37,5, 30,0 and 25,0 and 30,0, 25,0 and 20,0 g of element per ton of compound feed, compared with the introduction of mixed ligand complex at doses corresponding to the introduction of 1 t of compound feed 45, 37.5 and 30 g of element, increases the average daily increments for the whole period of the experiment by 4.2 and 2.9 g, or 7.2 (P < 0, 05) and 5.1%.

Feeding mixed fodder with zinc mixed ligand increased sales revenue by 28.4% and profitability of broiler meat production from 37.2% to 47.1%. Thus, the profit per head increased from 22.6 to 28.65 UAH.

As a result of the production check, it is established that, provided the same selling price for the products, the use of compound feeds with the addition of zinc zinc-ligand complex has a positive effect on the conservation of livestock, increases the weight of the carcass, reduces feed costs for growth, which leads to increased profits increasing the level of profitability of meat production of broiler chickens.

Key words: zinc mixed ligand complex, zinc sulfate, broiler chickens, daily average gain, control group, experimental group, economic efficiency, production check.

Надійшла 10.10.2019 р.



БОМКО В.С., ID <https://orcid.org/0000-0001-5558-6924>

СЛОМЧИНСЬКИЙ М.М., ID <https://orcid.org/0000-0001-5197-2684>

ЧЕРНЯВСЬКИЙ О.О., ID <https://orcid.org/0000-0003-0713-6587>

БАБЕНКО С.П., ID <https://orcid.org/0000-0001-5131-4999>

БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

УДК 636.087.72

ЦЕХМІСТРЕНКО О.С.

БІТЮЦЬКИЙ В.С.

ЦЕХМІСТРЕНКО С.І.

МЕЛЬНИЧЕНКО О.М.

Білоцерківський національний аграрний університет

ТИМОШОК Н.О.

СПІВАК М.Я.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ

ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК МЕТАЛІВ ТА НЕМЕТАЛІВ У ПТАХІВНИЦТВІ

Узагальнено дані світової та вітчизняної літератури щодо особливостей кумуляції наночастинок мікроелементів в організмі, їх впливу на метаболізм, редокс-процеси та продуктивність птиці. Акцентовано увагу на токсичності різних форм і джерел розглянутих елементів, їх взаємовплив на біодоступність, антагонізм та швидкість виведення з організму. Необхідність у дослідженні особливостей використання наночастинок та їх ефективності у виробництві продукції тваринництва постійно зростає. Наведено докази позитивного застосування наночастинок елементів (цинку, срібла, селену, церію, заліза) у раціонах різних видів сільськогосподарської птиці завдяки їх метаболічній, антимікробній дії, впливу на перетравлення та регуляцію роботи кишечника. Проаналізовані дані свідчать, що наночастинок металів та неметалів у тваринництві є альтернативою кормовим антибіотикам задля антибактеріальної дії, підвищення продуктивності тварин та птиці, можуть активізувати метаболізм шляхом стимулювання діяльності гормонів, оптимізувати імунну відповідь організму, індукувати синтез металотіонеїнів та сприяти зростанню коефіцієнта конверсії корму. Встановлено, що наночастинок металів та неметалів у разі потрапляння до кишечника знижують мінеральний антагонізм, що сприяє підвищенню ефективності травлення. Встановлено зміни прооксидантно-окисидантного статусу крові тварин за використання досліджуваних наночастинок та зміни показників гомеостазу, що є позитивним для домашньої птиці через підвищення продуктивності, інтенсифікацію виробництва яєць, їх ваги та швидкості запліднення інкубаційних яєць. Встановлено вплив наночастинок на редокс-гомеостаз та процеси пероксидного окиснення ліпідів та протеїнів. Аргументовано використання нанорозмірних препаратів для використання у біології, медицині, ветеринарії, сільському господарстві та необхідність подальших досліджень для вивчення всіх можливих механізмів біологічної дії наноструктур.

Ключові слова: мікроелементи, наночастинок, птиця, живлення, срібло, цинк, селен, діоксид церію.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-113-130

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Нанотехнологія є міждисциплінарною галуззю науки, яка базується на інноваційних концепціях і фундаментальних дослідженнях і включає синтез, характеристику і застосування наноматеріалів. Наноматеріали (НМ) – це наооб'єкти, які мають розмірний діапазон від 1 до 100 нм хоча би в одному вимірі, та демонструють унікальні хімічні та фізичні властивості, включаючи велике відношення поверхні / об'єму [40, 99].

Нанометровий розмір матеріалу показує властивості, відмінні від основного матеріалу та ізолюваних атомів [13]. Нанотехнології широко використовують у фізиці, хімії, інженерії, медицині та, останнім часом, у сільському господарстві [14, 75]. Попри поширеність наноструктур (наномолекул) у природі (білки, ДНК, поліцукри, віруси) [13], їх виготовлення є інноваційним щодо створення матеріалів та елементів зі зміною морфології, текстури та підвищеної стабільності на молекулярному рівні [101], що сприяє виробництву, переробці, зберіганню, транспортуванню, відстеженню та безпеці харчових продуктів [40, 75].

Метою огляду є опис використання біогенних наночастинок у комбікормах для птиці та з'ясування їх механізму дії на організм з обґрунтуванням використання у сільському господарстві для підвищення продуктивності галузі.

Характеристика методів синтезу наночастинок. Наночастинок (НЧ) можуть бути синтезовані методом «знизу-вгору», що ґрунтується на хімічному відновленні мінеральних сполук

(ріст та зародження атомів мінералу, утворення кластерів), або методом «зверху-вниз», за механохімічного диспергування, термічного випаровування за обробки плазмою, лазером та конденсації вихідного матеріалу у вакуумі, електроерозії, літографії [75]. Методи одержання НЧ надає їм нові характеристики, що дає змогу поділити їх на неорганічні, органічні, емульсійні та наноглинисті [33].

Для того, щоб усунути недоліки фізичних та хімічних методів синтезу наноструктур, нині інтенсивно розвиваються технології зеленого синтезу [1, 91, 107]. Зелений синтез є екологічно чистою альтернативою традиційним методам синтезу і спрямований на зниження токсичних складових, що використовуються у цих методах [45, 69]. Протягом останнього десятиліття доведено, що різні біологічні системи, включаючи рослини, водорості, бактерії, гриби можуть відновлювати йони неорганічних металів у відповідні наночастинки редукуючими речовинами: білками, ферментами і низькомолекулярними метаболітами, які містяться в цих організмах [1, 25 84, 91].

Перевага наночастинок, синтезованих методами «зеленої» хімії, полягає в тому, що біоресурси (рослини, гриби, дріжджі, бактерії) містять велику різноманітність біомолекул, які створюють оболонку синтезованих НЧ. Це додатково забезпечує стабільність і біосумісність клітин із «зеленими» наночастинками [46]. Екодружні методи одержання наночастинок мають ряд переваг, таких як наявність дешевого матеріалу, низька токсичність, простота та короткі терміни виробництва, безпека, можливість регуляції необхідного обсягу продукції, придатність для великомасштабного виробництва [83].

Біонанотехнологічні методи в останні роки активно запроваджують як альтернативний, ефективний, дешевий і екологічно безпечний спосіб отримання наноструктур із заданими властивостями, створюючи привабливу альтернативу традиційним методам синтезу наночастинок [25]. В Україні нині активно проводять фундаментальні та прикладні дослідження з нанотехнології, створюють нові наноматеріали, які використовуються в різних галузях: промисловості, енергетиці, медицині, ветеринарії, сільському господарстві [1, 4, 5, 6, 18, 97, 98, 99].

Загальний вплив наночастинок на організм. Сьогодні галузь птахівництва відчуває значні проблеми, пов'язані з інфекційними захворюваннями, які уповільнюють темпи зростання і призводять до економічних втрат. Наразі використовують вакцини і антибіотики для боротьби з патогенними мікроорганізмами, однак безвідповідальне їх використання може становити небезпеку для здоров'я споживачів. Таким чином, наявна потреба в альтернативних методах захисту птиці та поліпшення якості отриманої продукції може бути вирішена за рахунок нанотехнологій [3].

Наночастинки різних мінералів використовують у птахівництві, зокрема срібло [30, 102], оксид цинку [28, 108], діоксид церію [18, 98], мідь [42, 67, 103], залізо [61, 80], селен [18, 19, 110] та ін. Через недостатню кількість знань потенціал нанотехнологій у птахівництві ще не повністю використано [101]. Мінеральні сполуки мають низьку біодоступність для тварин. Наночастинки можуть знижувати мінеральний антагонізм у кишечнику, що призводить до модуляції механізмів всмоктування. Вони здатні оптимізувати імунну відповідь організму птахів та підвищувати ефективність травлення, що сприяє ефективній годівлі [33] та зменшенню випадків ранньої ембріональної смертності [75].

Наноматеріали як біосенсори застосовують для отримання інформації про перебіг різних видів обміну в тканинах та клітинах, а ультрачутливе встановлення вмісту поживних речовин, їх метаболітів та активності біологічно-активних сполук значно поліпшують розуміння характеру взаємодії цих речовин [75, 99], їх біодоступності та, в подальшому, харчової оцінки отриманої продукції.

НЧ потрапляють в організм безпосередньо з корму або води та через парентеральне введення нанопрепаратів [92]. Біодоступність їх зазвичай зменшується під час проходження через шлунково-кишкові бар'єри, слизову оболонку кишечника і печінку, а за прямого введення в системний кровообіг парентеральними ін'єкціями біодоступність становить 100 % [31]. Залежно від розміру наночастинки здатні транзитом проходити через травний тракт без поглинання організмом [24], або проникають через кишківник і з током крові надходять до органів і тканин [30, 102]. Фізико-хімічні характеристики НЧ (заряд, розміри, дзета-потенціал, оболонка та розчинність) суттєво впливають на їх руйнування, поглинання, розподіл та виведення [99]. Зокре-

ма, у моногастричних тварин механізм перетворення нанорозмірних препаратів Se в селеніт передбачає, що кишкова мікробіота перетворює нано-Se в селеніт, Se-фосфат або H_2Se , що зумовлює синтез селенопротеїнів [92].

Наномінерали швидко проникають у тканини, переважно в органи ретикулоендотеліальної системи (РЕС) [31]. Тканинний розподіл наночастинок ZnO залежить від виду тварин та птиці, шляху введення та фізико-хімічних властивостей самих наночастинок ZnO . Нирки та печінка є загальною тканиною-мішенню для нано- ZnO , швидкість виведення якого нирками залежить від швидкості виведення із шлунково-кишкового тракту [24]. Нано-Ag відкладається у внутрішньоклітинних або лізосомальних ділянках [51], використовуючи відновники для осадження срібла у нуль-валентний стан. Zhu et al. [111] провели дослідження біодоступності заліза за допомогою радіоактивно міченого $^{59}\text{Fe}_2\text{O}_3$. У щурів нано- $^{59}\text{Fe}_2\text{O}_3$ швидко проходять через альвеолярний капілярний бар'єр у системний кровообіг до печінки, селезінки, нирок та тестикулів із системним накопиченням, що позитивно інтерпретується для довгострокових впливів.

У тваринництві та птахівництві досліджують застосування наноматеріалів як кормових добавок, лікарських засобів завдяки підвищеній біодоступності та меншому антагоністичному впливу на компоненти корму в кишечнику [33]. Додавання до раціону бройлерів нано-Zn, нано-Ag, нано-Se, нано-Cu та нано-Fe покращило швидкість росту птиці [14, 62, 80, 103], зменшило окиснювальний стрес через вплив на антиоксидантну систему захисту [14], оптимізувало імунні реакції [103] та позитивно вплинуло на виводимість пташенят [80]. Згодовування наноаквахелатів цинку з вітаміном Е нормалізує обмін кальцію та неорганічного фосфору в курок-несучок [2].

Дія наночастинок цинку. Цинк належить до поживних компонентів, необхідних для загального обміну речовин [47]. Він діє як кофактор для понад 300 металоензимів [70] і відіграє значну роль в обміні жирів, вуглеводів [16, 27, 60], білків, нуклеїнових кислот, впливає на стан клітинних мембран [44]. Він необхідний для оптимального оперення, росту, розвитку скелета, шкіри та розмноження у птахів [52, 70]. Цинк покращує імунологічні функції та стійкість до хвороб [29, 44, 93], підтримує належну товщину та міцність шкаралупи яєць у яєчних птахів шляхом посилення активності карбоангідрази, що каталізує перетворення $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ в HCO_3^- , який є основним складником яєчної шкаралупи [29]. Нано-Zn є третім найбільш розповсюдженим наноматеріалом завдяки потужній антимікробній активності, ніж звичайні джерела Zn [93]. Більша біодоступність та відмінна антимікробна активність роблять нано- ZnO потенційною альтернативою антибіотикам у кормі птиці [63]. Наночастинки цинку виявили ефективну антибактеріальну активність проти штамів *Salmonella* та *Campylobacter*, притаманних організму птиці [26]. Дослідження впливу різних рівнів та типів наночастинок цинку на інтенсивність росту птахів показали, що додавання нано- ZnO (30, 60, 90 та 120 мг/кг) до раціону птиці покращило споживання корму і сприяло збільшенню маси бройлерів [41, 96], покращило коефіцієнт конверсії кормів ($P < 0,05$) за рахунок додавання нано- ZnO (60 мг/кг) порівняно з контрольним експериментальними раціонами [67]. Однак кращі показники спостерігали за згодовування бройлерам менших доз (40 мг/кг) нано- ZnO , ніж вищих (80 та 120 мг/кг) [95]. Порівнюючи ефективність впливу нанопрепаратів Zn з органічними, неорганічними та хелатними формами Zn, встановлено, що згодовування нано-Zn зменшує споживання корму та зростання маси без впливу на показник конверсії корму [16, 78], а нано-Zn показав позитивні ефекти на параметри туші [60] без суттєвого впливу на відносну вагу лімфоїдних органів.

Нано- ZnO , окрім впливу на показники росту [16, 67, 78, 96], суттєво впливає на сироватковий антиоксидантний статус крові та профіль жирних кислот у птиці [95, 109], посилює активність оксидаз, зменшуючи при цьому рівень вільних радикалів у організмі [95], активує супероксиддисмутазу та каталазу та зменшує концентрацію малонового діальдегіду [35, 78], нормалізує рівень IgY у сироватці крові, загальний вміст лімфоцитів та макрофагів порівняно з контролем [35]. Fathi [28] повідомив про позитивний вплив нано- ZnO (10, 20 та 40 мг/кг) на збільшення маси тіла, конверсію корму та ліпідний профіль сироватки крові у курчат-бройлерів [53].

Нано-цинк має більшу біодоступність за додавання до раціону птиці шляхом заміни неорганічного цинку без кумулятивного ефекту [15]. Заміна неорганічного Zn органічними формами та наночастинками Zn у курей-бройлерів підвищила показники росту, ліпідний профіль плазми крові, титри антитіл (проти вірусу хвороби Ньюкасла) та масу лімфоїдних органів, не впливаю-

чи на концентрацію та активність антиоксидантів [27]. Дослідження показали, що за використання різних джерел цинку (органічних, неорганічних та нано-Zn) накопичення поживних речовин в організмі птахів було однаковим, за винятком Zn, який був вищим у групах, що отримували органічний та нано-Zn. Імунні реакції відносно рівня IgG були подібними за надходження різних джерел цинку, однак рівень гормону росту та активність карбоангідази були кращими у групах, що отримували органічний та нано-Zn [96]. Ibrahim et al. [41] повідомили про успішну заміну неорганічних джерел цинку на Zn-метіонін та нано-Zn, за якої спостерігали вищі показники росту, активності антиоксидантних ферментів та накопичення Zn. Наночастинки цинку, синтезовані різними методами, мають неоднакову активність, найвища з яких проявлялася за «зеленого синтезу», на що вказували вищі темпи росту, імунні функції та більша маса імунних органів [78].

Добавка нано-Zn здійснює позитивний вплив на продуктивність бройлерів за теплового стресу шляхом покращення якості м'яса (органолептичне оцінювання, оцінка pH грудей та стегна) [88], зменшує несприятливий вплив теплового стресу у птахів, допомагає підтримувати показники росту, посилює антиоксидантну відповідь та температурну стійкість [76].

Порівняно зі звичайними джерелами цинку, нано-Zn спричинив найсильніший вплив на біохімічні та господарські показники несучок: швидкість росту, активність АЛАТ та вміст глюкози [59], а поєднання із γ -поліглутаміновою кислотою підвищило концентрацію Zn у сироватці крові, товщину яєчної шкаралупи, вміст Zn в шкаралупі, вміст металотіонеїну, IgG та греліну [57]. Нано-Zn зумовлює збільшення маси тіла маточного поголів'я перепелів у віці від 20 до 30 діб, збільшує вагу стегнових м'язів [1], сприяє поглинанню та утриманню Zn курами-несучками, що сприяє кращій продуктивності та антиоксидантному статусу [9]. Крім того, спостерігається підвищена активність аланін-амінопептидази в індиків, що отримували нано-Zn [43]. Тимчасом Olgun and Yildiz [67] спостерігали негативний вплив нано-Zn на товщину яєчної шкаралупи та механічні властивості кісток у несучок, що може бути наслідком хелатування Zn органічними та неорганічними молекулами, які знижують абсорбцію Zn за одночасного збільшення його екскреції, однак точний механізм цих ефектів наразі не зрозумілий.

Здоров'я кишківника є ключовим елементом всмоктування поживних речовин та імунної функції у птахів, що потенціюється цинком. За комбінування нано-ZnO та пробіотиків (*Bacillus coagulans*) у бройлерів значно поліпшилися господарські показники, імунні функції та стан кишкової морфології (більший ріст ворсинок, ширина та довжина ворсинок відносно просвіту кишечника) [16], що підтверджує потенціал нано-Zn для модуляції морфології та фізіології кишечника.

Токсичність цинку опосередковується окиснювальним стресом, ліпідною пероксидацією, деструкцією клітинних мембран та окисним пошкодженням ДНК [95]. Токсичні ефекти наночастинок зазвичай залежать від розміру, і нано-Zn є більш токсичним, ніж Zn у складі неорганічних сполук у тій самій дозі [67]. Токсичність Zn пов'язана з концентрацією вільних йонів [49], але нано-ZnO, ймовірно, довше залишається стабільним як наночастинка і, отже, є менш токсичним, ніж відповідні неорганічні солі, такі як ZnCl_2 [49].

Фізіологічна дія наносрібла. Наночастинки – перспективні молекули зі здатністю проникати через непошкоджені фізіологічні бар'єри, які дають змогу їм опосередковувати різні молекулярні мішені [33, 40, 102]. Наночастинки срібла (nano-Ag) є альтернативною антибіотикам добавкою до раціону птиці з метою підтримання здоров'я. Nano-Ag може ефективно підвищувати імунну відповідь тварини та метаболічну активність. Nano-Ag має властивості антибіотиків [58] та антибактеріальних засобів [26], використовується у годівлі тварин та птиці для зменшення утворення оксидів азоту та екскреції амоніаку [108]. Не впливаючи на показники росту, нано-Ag впливає на імунітет та зменшує вміст загальних ліпідів та холестеролу в сироватці крові за збільшення антиоксидантного потенціалу організму птахів [17, 65].

Додавання до раціону наносрібла та неорганічного Se не спричиняє збільшення ваги, споживання корму та змін коефіцієнта конверсії корму, однак збільшує відносну масу печінки та тонкого кишечника ($P < 0,05$) бройлерів [30, 74, 102]. Згодовування наноаквахелатів селену в комплексі з вітаміном Е мало позитивний вплив на кальцій-фосфорний обмін у яйценосних курей [2]. Включення гідроколоїду нано-Ag до основного раціону сприяє збільшенню фагоцитарної активності лейкоцитів, метаболічної активності та активації окиснювального стресу (під-

вищений уміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів) одночасно значно знижує активність антиоксидантних ферментів у сироватці крові та вміст гемоглобіну [65]. Птиця, що отримувала нанопрепарати у вигляді гідроколоїдів Ag з ліпідним покриттям, демонструвала порушений катаболізм білків, зниження активності печінкових ферментів (АлАТ та АсАТ), зниження концентрації креатиніну та сечовини (основні продукти білкового обміну). Крім того, імунна відповідь (за концентрацією IgM і IgG у плазмі крові) та маса тіла (включаючи збільшення маси бурси та селезінки) знижувались у птиці, що отримувала нано-Ag через питну воду [102]. При цьому спостерігали вищий імунітет та антиоксидантну здатність за меншої висоти ворсинок тонкого кишечника по відношенню до діаметра просвіту кишечника [50]. Нано-Ag пригнічує всмоктування K і Fe у кишечнику птиці, накопичується у кишечнику залежно від дози, посилює вплив молочнокислих бактерій [86].

Під час вивчення впливу нано-Ag на ембріогенез та метаболізм пташенят встановлено, що внесення нано-Ag (10 мг/кг) в яйця маточного поголів'я бройлерів зменшує розмір та кількість лімфатичних фолікулів [74, 86, 87, 89], зменшує необхідність використання жовткового жиру як джерела енергії ембріона та забезпечує наявність залишків жовткового жиру для використання пташенятами як джерело енергії впродовж декількох діб після вилуплення [73]. Швидкість обміну речовин та маса тіла пташенят при вилупленні покращувалися у разі введення нано-Ag несучкам, однак це не впливало на аналогічні показники у курчат-бройлерів [73]. Більш того, у разі застосування нано-Ag несучкам посилюється експресія генів, відповідальних за клітинну диференціацію (FGF2, VEGF, ATP1A1 та MyoD1) в ембріонах [87]. Амінокислоти, що містять срібло, та комплекси нано-Ag можуть підвищити адаптивний та вроджений імунітет курей. Нано-Ag як окремо, так і в поєднанні з амінокислотами, може впливати на експресію інсуліноподібного чинника росту I, що не має істотного впливу на експресію чинника некрозу α -пухлини (TNF- α) та інтерлейкіну-6 (IL-6) у курячих ембріонах [17].

Поверхня нано-Ag може легко окиснюватися O_2 та іншими молекулами в біологічних системах, що призводить до вивільнення токсичного йону Ag^+ , здатного взаємодіяти з нуклеїновими кислотами, молекулами ліпідів і білками в біологічній системі. Це може спричинити окиснювальний стрес, пошкодження ДНК і, отже, виснажувати антиоксидантні системи [58]. Дослідження [51, 58, 108] не виявило токсичності в ембріонах бройлерів після введення розчину, що містить 50 мг/кг нано-Ag. Крім того, нано-Ag не впливав на активність АлАТ, АсАТ, лужної фосфатази та концентрації холестерину, глюкози та триацилгліцеролу в сироватці крові. Він також не виявляв генотоксичності, вимірюваної як концентрація 8-оксо-2'-дезоксигуанозину (8-оксо-2'-дезоксигуанозин – біомаркер оксидативного стресу та супряженого з ним пошкодження ДНК) у ДНК печінки [51, 58, 108]. Це доводить, що нано-Ag у менших дозах є безпечним з обмеженою токсичністю або відсутністю токсичності для птиці. Однак необхідні подальші дослідження для виявлення потенційних токсичних ефектів та безпечного рівня добавок нано-Ag у різних видів птиці.

Потенціал застосування наноселену. Окиснювальний стрес є серйозним згубним чинником для клітинної цілісності за рахунок постійного вивільнення реактивних форм кисню, опосередкованих різними біотичними (бактеріями, вірусами, грибами тощо) та абіотичними стресорами. Такі мікроелементи як селен (Se) з потужним антиоксидантним потенціалом мають широке застосування як кормові добавки для зменшення окиснювального стресу в живих системах [19, 22, 23, 30, 34, 42, 56, 61, 97]. Селен широко зустрічається в органічних та неорганічних сполуках [30, 34, 56, 85], демонструючи різноманітні функції. Елемент заміщує сірку в білкових молекулах і є важливою частиною багатьох ферментів (селенопротеїнів) [97, 111]. Глутатіонпероксидаза – перший селенопротеїн, виявлений у біологічних системах з антиоксидантною активністю [34, 71, 99]. Селен відомий своєю антиоксидантною діяльністю та відіграє головну роль в оптимізації редокс-потенціалу, репродуктивних процесах, метаболізмі гормонів щитовидної залози, розвитку м'язів та антиканцерогенезі [57, 90]. Nano-Se сприяє вищій активності утримання Se за рахунок менших розмірів та більшої біодоступності [71].

Біогенні наночастинки селену (SeNPs), синтезовані за участю бактерій, мають унікальні фізико-хімічні та біологічні властивості порівняно з неорганічними і органічними сполуками. Збагачені наноселеном пробіотичні бактерії можуть ефективно застосовуватися як харчові і кормові добавки [19, 72, 79, 107].

Встановлено, що біогенні наночастинки селену впливають на редоксчутливий чинник транскрипції Nrf2 (Keap1/Nrf2/ARE сигналізація), що активує експресію генів та синтез низки антиоксидантних і цитопротекторних білків, включаючи гем-оксигеназу-1, хінооксидоредуктазу, глутатіонпероксидазу, глутатіон-S-трансферазу, гама-глутамілцистеїнсинтетазу, глутатіонредуктазу та супероксиддисмутази [38, 46, 100, 106]. Частинок біогенного наноселену активують систему Nrf2-ARE через p38, ERK1/2 і AKT-опосередковане фосфорилування Nrf2 для покращення антиоксидантної функції кишкових епітеліальних клітин [106].

Нано-Se використовують у раціонах птиці для спостереження за інтенсивністю росту, окисно-відновних та імунних процесів. Nano-Se показав кращі результати щодо збільшення маси тіла порівняно з селенітом натрію у раціонах бройлерів [90]. Подібні результати спостерігали також за додавання до основного раціону 0,3 мг/кг Se у вигляді наноелементарного Se, натрію селеніту або селеновмісних дріжджів [14, 12, 21, 22, 23, 54, 97]. Доповнення нано-Se (0,2, 0,3, 0,4 та 0,5 мг/кг) в раціоні бройлерів покращувало показники росту, імунні функції та післязабійні показники птиці, не впливаючи на внутрішні органи [12]. Поєднання пробіотиків (*Aspergillus*) та наночастинок Se також показало поліпшення росту, жирнокислотного профілю скелетних м'язів та вмісту α -токоферолу в сироватці крові у бройлерів [82]. Крім того, нано-Se оптимізував антиоксидантний статус через вплив на активність антиоксидантних ферментів та підвищив рівень IgG та IgM порівняно з органічними та неорганічними сполуками Se в умовах окиснювального стресу [21] у курей та термічного стресу [56] у бройлерів за одночасного покращення показників росту та імунітету, активізуючи експресію генів цитокінів.

Органічні сполуки Se (селеновмісні дріжджі, Zn-Se-Met) та нано-Se демонстрували аналогічне поліпшення інтенсивності росту, післязабійні показники м'яса та туші у бройлерів, однак інтенсивніше, аніж неорганічні сполуки Se [89]. Аналогічно Surai et al. [92] виявили значне збільшення приросту ваги, збереження та покращення коефіцієнта конверсії корму шляхом доповнення різними джерелами Se порівняно з контролем. Більш того, активність сироваткової та печінкової глутатіонпероксидази (GSH-Px) виявилася вищою за додавання сполук селену, ніж у контролі. Водночас різні джерела селену (селеніт натрію, дріжджі, збагачені Se, селенометіонін, нано-Se) у китайської місцевої породи курей Subei не виявляли впливу на параметри росту. Однак антиоксидантна здатність (активність GSH-Px у грудному м'ясі / сироватці та вміст малонового діальдегіду у сироватці крові) та якість м'яса покращувалися за додавання органічних та нано-джерел Se [21, 22, 23, 52, 54, 97]. Також спостерігали незначний вплив добавки нано-Se на ріст, колір туші та індекс імунного органу (тимус, селезінка та Bursa) у бройлерів [94].

У дослідженнях останніх років приділяють увагу використанню селену для залучення в роботу системи антиоксидантного захисту [21, 22, 23, 52, 54, 97], однак повідомлень про використання нанорозмірних препаратів селену досить мало. Так, згодовування бройлерам нано-Se значно збільшує активність GSH-Px та супероксиддисмутази (СОД) у сироватці крові та знижує концентрацію малонового діальдегіду [14]. Однак бройлери, що отримували вищі рівні нано-Se, показали зниження активності GSH-Px та СОД у сироватці крові. Крім того, спостерігали вище співвідношення гетерофілів та лімфоцитів у птиці, що отримувала нано-Se без зміни інших гематологічних показників [22]. Окиснювальний стрес підвищує рівень глюкози та холестеролу в крові. Nano-Se підвищує антиоксидантну здатність печінки за рахунок зменшення кількості окисненого GSH-Px у печінці [81].

Додавання нано-Se в раціони несучок показало несуттєвий вплив різних джерел селену (Se-метіонін, селеновмісні дріжджі та нано-Se) на продуктивність та параметри якості яєць, за винятком маси яєць та утримання в них селену. Ці показники зросли за додавання наноселену незалежно від його форми [64]. Найвищу кумуляцію Se у тканинах печінки спостерігали за згодовування нано-Se, який одночасно підвищував клітинний та гуморальний імунітет [34, 42]. Необхідні подальші дослідження птахів яєчних порід, щоб оцінити вплив нано-Se на яйцекладку, висиджуваність та імунну відповідь.

Використання наносполук церію. У літературі містяться повідомлення щодо застосування рідкоземельних металів, зокрема церію, у тваринництві, оскільки використання антибіотиків як стимуляторів росту заборонено в Європейському Союзі з 2006 року [104]. Тому вчені та виробники продукції тваринництва розпочали інтенсивні пошуки альтернативи кормовим антибі-

отикам. Ефірні олії, отримані зі спецій і трав, пре- і пробіотики, органічні кислоти і ферменти нині успішно застосовують як заміну антибіотикам. Низку рідкоземельних елементів (РЗЕ), зокрема, церій та наноцерій можуть успішно застосовувати як нові природні добавки до корму з метою підвищення продуктивності тварин [10, 20, 32, 37].

РЗЕ здатні активізувати обмін білків та інших поживних речовин шляхом стимулювання діяльності гормонів, зокрема гормону росту і трийодтиронину (T_3) [10, 32], індукувати синтез металотіонеїнів та підвищувати вміст глутатіону в печінці [66]. Окрім того, встановлено антимікробну та антиоксидантну дію РЗЕ для тварин. У разі їх додавання до раціону свиней (100 мг/кг) виявлено позитивний вплив на коефіцієнт конверсії корму [103] та показники росту [36, 68, 104]. Встановлено зміни прооксидантно-оксидантного статусу крові корів з гіпогонадизмом та після їх лікування за використання препарату каплаестрол, який містить наночастинки SeO_2 (діоксиду церію) [19], нормалізацію структури та функції молочної залози та підвищення рівня колостральних імуноглобулінів за використання нано- SeO_2 [5].

Застосування РЗЕ мали позитивні результати для домашньої птиці [20, 32, 105]. Додавання різних рівнів РЗЕ (200, 400, 600 і 800 мг/кг) сприяло значному збільшенню виробництва яєць, ваги яєць і швидкості запліднення інкубаційних яєць 6-місячних курей-несучок, а застосування різних рівнів РЗЕ-нітратів до раціону курей-несучок (300, 400 і 500 мг/кг) значно поліпшило швидкість утворення яєць та їх масу [105].

Згодовування цитратів церію сприяє підвищенню продуктивності бройлерів [37]. Одним із механізмів впливу є підвищена секреція соків травними залозами [68], зокрема активується секреція хлоридної кислоти у шлунку.

Додавання курям-несучкам різної кількості оксиду церію (100, 200, 300 або 400 мг/кг) не мало істотного впливу на споживання корму і масу яєць, однак при цьому поліпшувався коефіцієнт конверсії корму і збільшувалося ($p < 0,05$) виробництво яєць. Критерії якості яйця, за винятком міцності на розрив шкаралупи, не змінювалися. Зокрема, добавка 200 і 300 мг/кг оксиду церію до корму несучок сприяли суттєвому ($p < 0,01$) підвищенню міцності яєчної шкаралупи на розрив. Концентрація кальцію і фосфору у сироватці крові значно збільшилася ($p < 0,05$) за введення 100 мг/кг оксиду церію. Також відзначено, що в сироватці крові активність супероксиддисмутази (СОД) і концентрація малонового діальдегіду значно зменшилися за додавання оксиду церію. Різні дози додавання оксиду церію не мали достовірного впливу на активність амінотрансфераз, вміст глюкози, тригліцеролів, загального холестеролу, ліпопротеїдів високої та низької щільності у сироватці крові. У разі включення до раціону курей оксиду церію спостерігали значне зменшення вмісту ТБК-активних продуктів у жовтку яєць [20]. За рахунок добавок оксиду церію поліпшується окисна стабільність яйця, і це, можливо, сприятливо вплине на термін їх зберігання [32]. У застосовуваній дозі нанокристалічний діоксид церію не акумулюється в яйцях і паренхіматозних органах птиці [7].

Рідкоземельні елементи мають схожі характеристики до Ca [39], що може сприяти підвищеній міцності оболонки яйця птиці. Вважають, що оксид церію також може збільшити вміст Ca у сироватці. Так, концентрація кальцію в сироватці крові японських перепелів значно збільшилася за введення добавок з низькими концентраціями РЗЕ (50 і 100 мг/кг). В інших дослідженнях [37] повідомляється, що пероральне введення РЗЕ бройлерам не впливає на концентрацію кальцію в сироватці крові. Зі збільшенням вмісту РЗЕ в раціоні бройлерів концентрація глюкози в крові зменшується [10]. При цьому встановлено зворотній ефект – вміст кальцію і фосфору в сироватці крові підвищується за низьких концентрацій доданого оксиду церію (100 мг/кг), водночас високі концентрації оксиду церію не мають ніякого впливу.

Випоювання перепелам нанокристалічного діоксиду церію позитивно впливає на їх яєчну продуктивність. За використання наноцерію в дозі 1 мМ/л питної води підвищилася несучість перепілок на 7,8 %, маса яєць – на 16,9 %, інтенсивність несучості – на 6,7 %. У дозах 0,1–10 мМ/л питної води наноцерій не акумулюється в яйцях і паренхіматозних органах птиці [4]. Виявлено вплив на інтенсивність росту та споживання кормів молодняком перепілок [5].

Досліджено вплив нанокристалічного діоксиду церію та встановлено летальну і напівлетальну дози препарату. Ld_{50} нанокристалічного діоксиду церію є більшою за 2000 мг/кг, що підтверджує належність цієї сполуки до V класу токсичності та свідчить про дуже низьку токсичність [6].

Виявлено позитивний антибактеріальний потенціал наночастинок CeO_2 проти патогенів птиці, зокрема *Klebsiella sp.*, *E. coli*, *Staphylococcus sp.* та *Salmonella sp.* [77, 94]. Високий ступінь біосумісності, низька токсичність і каталітична активність нанодисперсного діоксиду церію дає змогу розглядати його як перспективний нанобіоматеріал для застосування у біології, медицині та сільському господарстві.

Висновки. У роботі представлено загальну характеристику окремих наночастинок мікроелементів. Значний перелік обсягу наукових досліджень свідчить, що сьогодні наночастинок характеризуються широким спектром застосування у техніці, біології, медицині, ветеринарії, сільському господарстві, харчовій промисловості та ін. Встановлено, що наночастинок проявляють високу біологічну активність, і чинники, що її обумовлюють, варто враховувати з метою цілеспрямованого на них впливу. За екодружного «зеленого» синтезу створюються передбачувані, стандартизовані системи з більш однорідними та відтворюваними зразками біогенних наночастинок, що мінімізує ризики для навколишнього середовища та здоров'я людини і тварин. Багатогранними залишаються аспекти взаємодії наночастинок та біологічних молекул. З метою більш ефективного використання наночастинок у біології, медицині, ветеринарії, сільському господарстві необхідно акцентувати увагу на їх метаболізмі в організмі людини і тварин [98, 99]. Перспективним є вивчення можливості біогенного синтезу наночастинок різних елементів з використанням рослин, грибів, бактерій, що ставить низку нових запитань та завдань.

У дослідженнях на пряму синтезу та застосування наночастинок необхідно використовувати комплексний, безпечний та відповідальний підхід до оцінювання можливих медико-санітарних та екологічних ризиків, що є основою політики Європейського Союзу в галузі нанотехнологій [48].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Наноматериалы и нанотехнологии в ветеринарной практике / В.Б. Борисевич и др.; под редакцией В.Б. Борисевич, В.Г. Каплуненко. К.: Авіцена, 2012. 512 с.
2. Показники мінерального обміну в курок-несучок за впливу нанохелатів селену і цинку та вітаміну Е / М.П. Ніщенко та ін. Науковий вісник ветеринарної медицини. 2019. № 1. С. 49–56. Doi: <http://doi.org/10.33245/2310-4902-2019-149-1-49-56>
3. Романова А.П., Титова В.В., Макаева А.М. Особенности применения наноразмерных форм микроэлементов в сельском хозяйстве (обзор). Животноводство и кормопроизводство. 2018. № 101(2). С. 237–250.
4. Вплив нанокристалічного діоксиду церію на яєчну продуктивність перепелів / М.Я. Співак та ін. Сучасне птахівництво. 2013. № 3. С. 22–24.
5. Вплив наночастинок діоксиду церію на інтенсивність росту та споживання кормів молодняком перепілок / М.Я. Співак та ін. Ветеринарна медицина. 2013. № 97. С. 470–472.
6. Доклінічні дослідження гострої токсичності нанокристалічного діоксиду церію / Ю.М. Шадура та ін. Вісник ЖНАЕУ. 2015. № 2 (50). С. 358–363.
7. Біохімічні показники та продуктивні якості курей-несучок за використання наночастинок діоксиду церію. Ю.М. Шадура та ін. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2015. № 2 (120). С. 174–177.
8. Zinc requirements of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) by assessing dose-evaluating response of zinc oxide nano-particle supplementation' / Abbasi M., et al. Poultry Science Journal. 2017. Vol. 5(2). P. 131–143. Doi: <http://doi.org/10.22069/psj.2017.13227.1262>.
9. Abedini M., Shariatmadari F., Torshizi M.A.K., Ahmadi H. Effects of zinc oxide nanoparticles on the egg quality, immune response, zinc retention, and blood parameters of laying hens in the late phase of production. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2018. Vol. 102 (2). P. 1–10. Doi: <http://doi.org/10.1111/jpn.12871>.
10. Adu O.A., Igbasan F.A. Adebisi O.A. Effect of dietary rare earth element on performance and carcass characteristics of broiler. Journal of Sustainable Technology. 2011. Vol. 2. P. 118–126. Doi: <http://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2008.00884.x>.
11. Green nanotechnology: a review on green synthesis of silver nanoparticles – an ecofriendly approach / Ahmad S., et al. International journal of nanomedicine. 2019. Vol. 14. P. 5087. Doi: <http://doi.org/10.2147 / IJN.S200254>
12. Ahmadi M., Ahmadian A., Seidavi A.R. Effect of Different Levels of Nano-selenium on Performance, Blood Parameters, Immunity and Carcass Characteristics of Broiler Chickens. Poultry Science Journal. 2018. Vol. 6(1). P. 99–108. Doi: <http://doi.org/10.22069/PSJ.2018.13815.1276>.
13. Albrecht M.A., Evans C.W. Raston C.L. Green chemistry and the health implications of nanoparticles. Green chemistry. 2006. Vol. 8(5). P. 417–432. Doi: <http://doi.org/10.1039/B517131H>.
14. Aparna N. Karunakaran R. Effect of Selenium Nanoparticles Supplementation on Oxidation Resistance of Broiler Chicken. Indian Journal of Science and Technology. 2016. 9(S1). P. 1–5. Doi: <http://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9iS1/106334>.
15. Effect of dietary nano zinc oxide supplementation on performance and zinc bioavailability in broilers / Asheer M., et al. Indian Journal of Poultry Science. 2018. Vol. 53(1). P. 70–75. Doi: <http://doi.org/10.5958/0974-8180.2018.00004.1>.

16. Bami M.K., Afsharmanesh M., Salarmoini M. Tavakoli H. Effect of zinc oxide nanoparticles and *Bacillus coagulans* as probiotic on growth, histomorphology of intestine, and immune parameters in broiler chickens. *Comparative Clinical Pathology*. 2018. Vol. 27(2). P. 399–406. Doi:<http://doi.org/10.1007/s00580-017-2605-1>.
17. In ovo administration of silver nanoparticles and/or amino acids influence metabolism and immune gene expression in chicken embryos / Bhanja S., et al. *International journal of molecular sciences*. 2015. Vol. 16(5). P. 9484–9503. Doi:<http://doi.org/10.3390/ijms16059484>.
18. Perspectives of cerium nanoparticles use in agriculture / Bityutsky V., et al. *The Animal Biology*. 2017. Vol. 19 (3). P. 9–18. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1300>.
19. Effects of Different Dietary Selenium Sources Including Probiotics Mixture on Growth Performance, Feed Utilization and Serum Biochemical Profile of Quails / Bityutskyy V., et al. In: Nadykto V. (eds) *Modern Development Paths of Agricultural Production*. Springer, Cham. 2019. P. 623–632. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_61
20. Effects of cerium oxide supplementation to laying hen diets on performance, egg quality, some antioxidant enzymes in serum and lipid oxidation in egg yolk / Bölükbaşı S.C., et al. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2016. Vol. 100(4). P. 686–693. Doi:<http://doi.org/10.1111/jpn.12429>.
21. Effects of organic, inorganic, and nano-Se on growth performance, antioxidant capacity, cellular and humoral immune responses in broiler chickens exposed to oxidative stress / Boostani A., et al. *Livestock science*. 2015. Vol. 178. P. 330–336. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.004i>.
22. The effects of organic, inorganic, and nano-selenium on blood attributes in broiler chickens exposed to oxidative stress / Boostani A., et al. *Acta Scientiae Veterinariae*. 2015. Vol. 43. P. 1–6.
23. Effects of nano-selenium on performance, meat quality, immune function, oxidation resistance, and tissue selenium content in broilers / Cai S.J., et al. *Poultry Science*. 2012. Vol. 91 (10). P. 2532–2539. Doi:<http://doi.org/10.3382/ps.2012-02160>.
24. Choi S.J. Choy J.H. Biokinetics of zinc oxide nanoparticles: toxicokinetics, biological fates, and protein interaction. *International journal of nanomedicine*. 2014. Vol. 9(Suppl 2). P. 261–269. Doi:<http://doi.org/10.2147/IJN.S57920>.
25. Biological synthesis of metallic nanoparticles: plants, animals and microbial aspects / Das R.K., et al. *Nanotechnology for Environmental Engineering*. 2017. Vol. 2(1). 18 p. Doi:<https://doi.org/10.1007/s41204-017-0029-4>
26. Duffy L.L., Osmond-McLeod M.J., Judy J., King T. Investigation into the antibacterial activity of silver, zinc oxide and copper oxide nanoparticles against poultry-relevant isolates of *Salmonella* and *Campylobacter*. *Food control*. 2018. Vol. 92. P. 293–300. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.05.008>.
27. El-Katcha M., Soltan M.A. El-Badry M. Effect of Dietary Replacement of Inorganic Zinc by Organic or Nanoparticles Sources on Growth Performance, Immune Response and Intestinal Histopathology of Broiler Chicken. *Alexandria Journal for Veterinary Sciences*. 2017. Vol. 55(2). pp. 129–145. Doi:<https://doi.org/10.5455/ajvs.266925>.
28. Fathi M. Effects of zinc oxide nanoparticles supplementation on mortality due to ascites and performance growth in broiler chickens. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2016. Vol. 6(2). P. 389–394.
29. Fawaz M.A., Südekum K.H., Hassan H.A. Abdel-Wareth A.A. Effects of nanoparticles of zinc oxide on productive performance of laying hens.–a review. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*. 2019. Vol. 1(1). P. 13–20.
30. The effect of dietary silver nanoparticles and inorganic selenium supplementation on performance and digestive organs of broilers during starter period / Felehgari K., et al. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci*. 2013. Vol. 2(8). P. 104–108.
31. Tissue distribution and elimination after oral and intravenous administration of different titanium dioxide nanoparticles in rats / Geraets L., et al. *Particle and fibre toxicology*. 2014. Vol. 11(1). 30 p. Doi: <https://doi.org/10.1186/1743-8977-11-30>.
32. Gong Z. A study of feeding Rare Earth Elements to broiler-type breeding bird. *Chinese Poultry*. 1996. 7. 43 p. Doi:<https://doi.org/10.3382/japr/pfv052>.
33. Role of nanoparticles in animal and poultry nutrition: modes of action and applications in formulating feed additives and food processing / Gopi M., et al. *Int J Pharmacol*. 2017. Vol. 13. P. 724–731. Doi:<https://doi.org/10.3923/ijp.2017.724.731>
34. Effect of nano-sized, elemental selenium supplement on the proteome of chicken liver / Gulyás G., et al. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2017. Vol. 101(3). P. 502–510. Doi:<https://doi.org/10.1111/jpn.12459>.
35. Impact of dietary nano-zinc oxide on immune response and antioxidant defense of broiler chickens / Hafez A., et al. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019. P. 1–7. Doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-019-04344-6>.
36. Studies on the effect of rare earth elements in piglets / He M.L., et al. *Mengen und Spurenelemente*. 1999. 19. P. 3–4.
37. He M.L., Wehr U., Rambeck W.A. Effect of low doses of dietary rare earth elements on growth performance of broilers. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2010. Vol. 94(1). P. 86–92. Doi:<https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2008.00884.x>.
38. Holtzclaw W. D., Dinkova-Kostova A. T., Talalay P. Protection against electrophile and oxidative stress by induction of phase 2 genes: the quest for the elusive sensor that responds to inducers. *Advances in enzyme regulation*. 2004. Vol. 44(1). P. 335–367. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.advenzreg.2003.11.013>
39. Hu Z., Richter H., Sparovek G. Schnug E. Physiological and biochemical effects of rare earth elements on plants and their agricultural significance: a review. *Journal of plant nutrition*. 2004. Vol. 27(1). P. 183–220. Doi:<https://doi.org/10.1081/PLN-120027555>.
40. Hulla J.E., Sahu S.C. Hayes A.W. Nanotechnology: History and future. *Human & experimental toxicology*. 2015. Vol. 34(12). P. 1318–1321. Doi:<https://doi.org/10.1177/0960327115603588>.
41. Ibrahim D., Ali H.A., El-Mandrawy S.A. Effects of different zinc sources on performance, bio distribution of minerals and expression of genes related to metabolism of broiler chickens. *Zagazig Vet J*. 2017. Vol. 45. P. 292–304. Doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.1000462>
42. Joshua P.P., Valli C., Balakrishnan V. Effect of in ovo supplementation of nano forms of zinc, copper, and selenium on post-hatch performance of broiler chicken. *Veterinary world*. 2016. Vol. 9(3). P. 287–294. Doi: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.287-294>.

43. The effect of different levels of Cu, Zn and Mn nanoparticles in hen turkey diet on the activity of aminopeptidases / Józwiak A., et al. *Molecules*. 2018. Vol. 23(5). 1150 p. Doi:https://doi.org/10.3390/molecules23051150.
44. A question mark on zinc deficiency in 185 million people in Pakistan – possible way out / Khalid N., et al. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2014. Vol. 54(9). P. 1222–1240. Doi:https://doi.org/10.1080/10408398.2011.630541.
45. The greener synthesis of nanoparticles / Kharissova O.V., et al. *Trends in biotechnology*. 2013. Vol. 31(4). P. 240–248. Doi:https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2013.01.003
46. Khatami M., Alijani H.Q., Sharifi I. Biosynthesis of bimetallic and core-shell nanoparticles: their biomedical applications—a review. *IET nanobiotechnology*. 2018. Vol. 12(7). P. 879–887. Doi:https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2017.0308
47. King J.C. Zinc: an essential but elusive nutrient. *The American journal of clinical nutrition*. 2011. Vol. 94(2). P. 679–684. Doi:https://doi.org/10.3945/ajcn.110.005744.
48. Klochkov V.K., Malyshenko A.I., Sedykh O.O., Malyukin Y.V. Wet chemical synthesis and characterization of luminescent colloidal nanoparticles: ReVO₃·Eu³⁺ (Re= La, Gd, Y) with rod-like and spindle-like shape. *Functional materials*. 2011. Vol. 1. P. 111–115.
49. Kool P.L., Ortiz M.D., van Gestel C.A. Chronic toxicity of ZnO nanoparticles, non-nano ZnO and ZnCl₂ to *Folsomia candida* (Collembola) in relation to bioavailability in soil. *Environmental Pollution*. 2011. Vol. 159(10). P. 2713–2719. Doi:https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.05.021.
50. Kulak E., Ognik K., Stępniewska A., Sembratowicz I. The effect of administration of silver nanoparticles on silver accumulation in tissues and the immune and antioxidant status of chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2018. Vol. 27(1). pp. 44–54. Doi: https://doi.org/10.22358/jafs/84978/2018.
51. Lansdown A.B. A pharmacological and toxicological profile of silver as an antimicrobial agent in medical devices. *Advances in pharmacological sciences*. 2010. Vol. 16 p. Doi:https://doi.org/10.1155/2010/910686.
52. Effects of different selenium sources on growth performance, antioxidant capacity and meat quality of local Chinese Subei chickens / Li J.L., et al. *Biological trace element research*. 2018. Vol. 181(2). P. 340–346. Doi:https://doi.org/10.1007/s12011-017-1049-4 39.
53. Effect of nano-zinc oxide on the production and dressing performance of broiler / Lina T., et al. *Chinese Agricultural Science Bulletin*. 2009. Vol. 2(003).
54. Effect of selenium sources on growth performance and tissue selenium retention in yellow broiler chicks / Liu S., et al. *Journal of applied animal research*. 2015. Vol. 43(4). P. 487–490. Doi:https://doi.org/10.1080/09712119.2014.978780.
55. Magesh S., Chen Y., Hu L. Small Molecule Modulators of K eap1-Nrf2-ARE Pathway as Potential Preventive and Therapeutic Agents. *Medicinal research reviews*. 2012. Vol. 32(4). P. 687–726. Doi:https://doi.org/10.1002/med.21257
56. Mahmoud H.E.D., Ijiri D., Ebeid T.A., Ohtsuka A. Effects of dietary nano-selenium supplementation on growth performance, antioxidative status, and immunity in broiler chickens under thermoneutral and high ambient temperature conditions. *The Journal of Poultry Science*. 2016. P.0150133. Doi:https://doi.org/10.2141/jpsa.0150133.
57. Mao S.Y., Lien T.F. Effects of nanosized zinc oxide and γ -polyglutamic acid on eggshell quality and serum parameters of aged laying hens. *Archives of animal nutrition*. 2017. Vol. 71(5). P. 373–383. Doi:https://doi.org/10.1080/1745039X.2017.1355600.
58. McShan D., Ray P.C., Yu H. Molecular toxicity mechanism of nanosilver. *Journal of food and drug analysis*. 2014. Vol. 22(1). P. 116–127. Doi:https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.01.010.
59. Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks / Mishra A., et al. *Indian J. Anim. Nutr.* 2014. Vol. 31(4). P. 384–388.
60. Mohammadi F., Ahmadi F., Amiri A.M. Effect of zinc oxide nanoparticles on carcass parameters, relative weight of digestive and lymphoid organs of broiler fed wet diet during the starter period. *International Journal of Biosciences*. 2015. Vol. 6(2). P. 389–394. Doi:https://doi.org/10.12692/ijb/6.2.389-394.
61. Mohammadi H., Farzinpour A., Vaziry A. Reproductive performance of breeder quails fed diets supplemented with L-cysteine-coated iron oxide nanoparticles. *Reproduction in Domestic Animals*. 2017. Vol. 52(2). P. 298–304. Doi:https://doi.org/10.1111/rda.12902.
62. Mohammadi V., Ghazanfari S., Mohammadi-Sangcheshmeh A., Nazaran M.H. Comparative effects of zinc-nano complexes, zinc-sulphate and zinc-methionine on performance in broiler chickens. *British poultry science*. 2015. Vol. 56(4). P. 486–493. Doi:https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1064093.
63. Mohan P., Mala R. May. A review on the effect of ZnO nanomaterial as supplement in poultry farming. In *AIP Conference Proceedings*. 2019. Vol. 2105. No. 1. P. 020030. AIP Publishing. Doi:https://doi.org/10.1063/1.5100715.
64. Effects of dietary nano-selenium on tissue selenium deposition, antioxidant status and immune functions in layer chicks / Mohapatra P., et al. *Int J Pharmacol*. 2014. Vol. 10(3). P. 160–167.
65. Effect of silver nanoparticles on the immune, redox, and lipid status of chicken blood / Ognik K., et al. *Czech Journal of Animal Science*. 2016. Vol. 61(10). P. 450–461. Doi:https://doi.org/10.17221/80/2015-CJAS.
66. Ognik K., Stępniewska A., Cholewińska E., Kozłowski K. The effect of administration of copper nanoparticles to chickens in drinking water on estimated intestinal absorption of iron, zinc, and calcium. *Poultry science*. 2016. Vol. 95(9). P. 2045–2051. Doi:https://doi.org/10.3382/ps/pew200.
67. Olgun O., Yildiz A.Ö. Effects of dietary supplementation of inorganic, organic or nano zinc forms on performance, eggshell quality, and bone characteristics in laying hens. *Annals of Animal Science*. 2017. Vol. 17(2). P. 463–476. Doi:https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0055.
68. Ou X., Guo Z., Wang J. The effects of rare earth element additive in feed on piglets. *Livestock and Poultry Industry*. 2000. Vol. 4(2). P. 21–22.
69. Pal G., Rai P., Pandey A. Green synthesis of nanoparticles: A greener approach for a cleaner future. In *Green Synthesis, Characterization and Applications of Nanoparticles*. 2019. P. 1–26. Elsevier. Doi:https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102579-6.00001-0

70. Pandav P.V., Puranik P.R. Trials on metal enriched *Spirulina platensis* supplementation on poultry growth. *Glob J Bio-Science Technol.* 2015. Vol. 4. P. 128–134.
71. Peng D., Zhang J., Liu Q., Taylor E.W. Size effect of elemental selenium nanoparticles (Nano-Se) at supranutritional levels on selenium accumulation and glutathione S-transferase activity. *Journal of Inorganic Biochemistry.* 2007. Vol. 101(10). P. 1457–1463. Doi:https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2007.06.021.
72. Pieniz S., Okeke B.C., Andreazza R., Brandelli A. Evaluation of selenite bioremoval from liquid culture by *Enterococcus* species. *Microbiol. Res.* 2011. Vol. 166. P. 176–185. Doi:https://doi.org/10.1016/j.micres.2010.03.005
73. Investigating the effect of in ovo injection of silver nanoparticles on fat uptake and development in broiler and layer hatchlings / Pineda L., et al. *Journal of Nanotechnology.* 2012. Doi:https://doi.org/10.1155/2012/212486.
74. Effect of nanoparticles of silver and gold on metabolic rate and development of broiler and layer embryos / Pineda L., et al. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology.* 2012. Vol. 161(3). P. 315–319. Doi:https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2011.11.013.
75. Synthesis and application of nano minerals in livestock industry / Rajendran D., et al. *Animal Nutrition and Reproductive Physiology (Recent Concepts).* Satish Serial Publishing House, Delhi. 2013. P. 517–530.
76. Ramiah S.K., Awad E.A., Mookiah S., Idrus Z. Effects of zinc oxide nanoparticles on growth performance and concentrations of malondialdehyde, zinc in tissues, and corticosterone in broiler chickens under heat stress conditions. *Poultry science.* 2019. P. 1–11. Doi:https://doi.org/10.3382/ps/pez093.
77. Ravikumar S., Gokulakrishnan R. The inhibitory effect of metal oxide nanoparticles against poultry pathogens. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research.* 2012. Vol. 4(2). P. 157–159.
78. Sagar P.D., Mandal A.B., Akbar N., Dinani O.P. Effect of different levels and sources of zinc on growth performance and immunity of broiler chicken during summer. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.* 2018. Vol. 7(5). P. 459–471. Doi:https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.705.058.
79. Saini K., Tomar S.K., Sangwan V., Bhushan B. Evaluation of lactobacilli from human sources for uptake and accumulation of selenium. *Biol. Trace Elem. Res.* 2014. Vol. 160. P. 433–436. Doi:https://doi.org/10.1007/s12011-014-0065-x
80. Saki A.A., Abbasinezhad M., Rafati A.A. Iron nanoparticles and methionine hydroxy analogue chelate in ovo feeding of broiler chickens. *International Journal of Nanoscience and Nanotechnology.* 2014. Vol. 10(3). P. 187–196.
81. Nutritional evaluation of Selenium-methionine nanocomposite as a novel dietary supplement for laying hens / Salah-Eldin T.A., et al. *J. Anim. Health Prod.* 2015. Vol. 3(3). P. 64–72. Doi:https://doi.org/10.14737/journal.jahp/2015/3.3.64.72.
82. Saleh A.A. Effect of dietary mixture of *Aspergillus* probiotic and selenium nano-particles on growth, nutrient digestibilities, selected blood parameters and muscle fatty acid profile in broiler chickens. *Anim Sci Pap Rep.* 2014. Vol. 32. P. 65–79.
83. Sanjay S.S. Safe nano is green nano. In *Green Synthesis, Characterization and Applications of Nanoparticles.* 2019. P. 27–36. Elsevier. Doi:https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102579-6.00002-2
84. Sardar M., Mazumder J.A. Biomolecules Assisted Synthesis of Metal Nanoparticles. In *Environmental Nanotechnology.* 2019. P. 1–23. Springer, Cham. Doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-98708-8_1
85. Selenium nanoparticles for stress-resilient fish and livestock / Sarkar B., et al. *Nanoscale research letters.* 2015. Vol. 10(1). 371 p. Doi:https://doi.org/10.1186/s11671-015-1073-2.
86. Influence of hydrocolloidal silver nanoparticles on gastrointestinal microflora and morphology of enterocytes of quails / Sawosz E., et al. *Archives of Animal Nutrition.* 2007. Vol. 61(6). P. 444–451. Doi:https://doi.org/10.1080/17450390701664314.
87. Nano-nutrition of chicken embryos. The effect of silver nanoparticles and ATP on expression of chosen genes involved in myogenesis / Sawosz F., et al. *Archives of animal nutrition.* 2013. Vol. 67(5). P. 347–355. Doi:https://doi.org/10.1080/1745039X.2013.830520.
88. Selim N.A., Amira M., Khosht A.R., El-Hakim A.A. Effect of sources and inclusion levels of zinc in broiler diets containing different vegetable oils during summer season conditions on meat quality. *International Journal of Poultry Science.* 2014. Vol. 13(11). P. 619–626. Doi:https://doi.org/10.3923/ijps.2014.619.626.
89. Effect of inclusion inorganic, organic or nano selenium forms in broiler diets on: 2-Physiological, immunological and toxicity statuses of broiler chicks / Selim N.A., et al. *International Journal of Poultry Science.* 2015. Vol. 14(3). 144 p. Doi:https://doi.org/10.3923/ijps.2015.144.155.
90. Senthil Kumaran C.K., Sugapriya S., Manivannan N., Chandar Shekar B. Effect on the growth performance of broiler chickens by selenium nanoparticles supplementation. *Nano Vision.* 2015. Vol. 5(4–6). P. 161–168.
91. Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous leaf extract of *Premna integrifolia* (L.) rich in polyphenols and evaluation of their antioxidant, antibacterial and cytotoxic activity / Singh C., et al. *Biotechnology & Biotechnological Equipment.* 2019. P. 1–13. Doi:https://doi.org/10.1080/13102818.2019.1577699
92. Surai P.F., Kochish I.I., Velichko O.A. Nano-Se Assimilation and Action in Poultry and Other Monogastric Animals: Is Gut Microbiota an Answer? *Nanoscale research letters.* 2017. Vol. 12(1). 612 p. Doi:https://doi.org/10.1186/s11671-017-2383-3.
93. Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: A review / Swain P.S., et al. *Animal Nutrition.* 2(3). 2016. P. 134–141. Doi:https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.06.003.
94. Thill A., Zeyons O., Spalla O., Chauvat F., Rose J., Auffan M., Flank A.M. Cytotoxicity of CeO₂ nanoparticles for *Escherichia coli*. Physico-chemical insight of the cytotoxicity mechanism. *Environmental science & technology.* 2006. Vol. 40(19). P. 6151–6156. Doi:https://doi.org/10.1021/es060999b.
95. Effects of nano-zinc oxide on antioxidant function in broilers / Tian L., et al. *Chinese Journal of Animal Nutrition.* 2009. Vol. 21(4). P. 534–539.

96. Effects of nanosize zinc oxide on zinc retention, eggshell quality, immune response and serum parameters of aged laying hens / Tsai Y.H., et al. *Animal feed science and technology*. 2016. Vol. 213. P. 99–107. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.01.009>.
97. Tsekhmistrenko O., Tsekhmistrenko S. Lipid peroxidation in the quails kidney under Cadmium load and Sel-Plex influence. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*: 36. наук. праць. 2015. Vol. 1 (116). P. 203–207. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/931>.
98. Biomimetic and antioxidant activity of nanocrystalline cerium dioxide / Tsekhmistrenko O.S., et al. *World of Medicine and Biology*. 2018. Vol. 14(63). P. 196–201. Doi: <https://doi.org/10.267254/2079-8334-2018-1-63-196-201>
99. Enzyme-like activity of nanomaterials / Tsekhmistrenko S.I., et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2018. Vol. 9(3). P. 469–476. Doi: <https://doi.org/10.15421/021870>
100. The Anti-Inflammatory and Anti-Oxidant Mechanisms of the Keap1/Nrf2/ARE Signaling Pathway in Chronic Diseases / Tu W., et al. *Aging and disease*. 2019. Vol. 10(3). 637p. Doi: <https://doi.org/10.14336/AD.2018.0513>
101. Usama T.M. Silver nanoparticles in poultry production. *Journal of Advanced Veterinary Research*. 2012. Vol. 2 (4). P. 303–306.
102. Influence of silver nanoparticles on growth and health of broiler chickens after infection with *Campylobacter jejuni* / Vadalasetty K.P., et al. *BMC veterinary research*. 2018. Vol. 14(1). P. 1–11. Doi: <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1323-x>.
103. Effects of copper-loaded chitosan nanoparticles on growth and immunity in broilers / Wang C., et al. *Poultry science*. 2011. Vol. 90(10). P. 2223–2228. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01511>.
104. Wang M.Q., Xu Z.R. Effect of supplemental lanthanum on the growth performance of pigs. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 2003. Vol. 16(9). P. 1360–1363. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.1360>.
105. Wu J., Zhang Z., Yan J. An initial study on effect of adding rare earth element on productivity of egg laying breeder hens. *NingXia Science and Technology of Farming and Forestry*. 1994. Vol. 4. P. 36–38. Doi: <https://doi.org/10.12720/jomb.4.3.239-243>.
106. Biogenic nanoselenium particles activate Nrf2-ARE pathway by phosphorylating p38, ERK1/2, and AKT on IPEC-J2 cells / Xiao X., et al. *Journal of cellular physiology*. 2019. Vol. 234(7). P. 11227–11234. Doi: <https://doi.org/10.1002/jcp.27773>
107. Biogenic synthesis of novel functionalized selenium nanoparticles by *Lactobacillus casei* ATCC 393 and its protective effects on intestinal barrier dysfunction caused by enterotoxigenic *Escherichia coli* K88 / Xu C., et al. *Frontiers in microbiology*. 2018. Vol. 9. 1129 p. Doi: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01129>
108. Tang H., Liu J.H., Wang H., Liu Y. Evaluation of the adjuvant effect of silver nanoparticles both in vitro and in vivo / Xu Y., et al. *Toxicology letters*. 2013. Vol. 219(1). P. 42–48. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2013.02.010>.
109. Effects of dietary zinc oxide nanoparticles on growth performance and antioxidative status in broilers / Zhao C.Y., et al. *Biological trace element research*. 2014. Vol. 160(3). P. 361–367. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12011-014-0052-2>.
110. Zhou X., Wang Y. Influence of dietary nano elemental selenium on growth performance, tissue selenium distribution, meat quality, and glutathione peroxidase activity in Guangxi Yellow chicken. *Poultry Science*. 2011. Vol. 90(3). P. 680–686. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00977>.
111. Particokinetics and extrapulmonary translocation of intratracheally instilled ferric oxide nanoparticles in rats and the potential health risk assessment / Zhu M.T., et al. *Toxicological Sciences*. 2008. Vol. 107(2). P. 342–351. Doi: <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfn245>.

REFERENCE

1. Borisevich, V.B. Kaplunenko, V.G., Kosinov, N.V. (2012). *Nanomaterialy i nanotehnologii v veterinarnoy praktike* [Nanomaterials and nanotechnology in veterinary practice]. K.: VD AvItsena, 512 p.
2. Nishchemenko, M.P., Kaplunenko, V.H., Kozii, V.I., Poroshynska, O.A., Stovbetska, L.S., Yemelianenko, A.A., Omelchuk, O.V. (2019). Pokaznyky mineralnogo obminu v kurok-nesuchok za vplyvu nanokhelativ selenu i tsynku ta vitaminu E [The indexes of mineral exchange in laying hens under the influence of Selenium and Zinc nanoaquahelates and vitamin E]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny* [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]. no. 1, pp. 49–56. Available at: <http://doi.org/10.33245/2310-4902-2019-149-1-49-56>
3. Romanova, A.P., Titova, V.V., Makaeva, A.M. (2018). Osobennosti primeneniya nanorazmernykh form mikroelementov v selskom hozyaystve [Features of the use of nanoscale forms of trace elements in agriculture (review)]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Livestock and feed production]. Vol. 101(2), pp. 237–250.
4. Spivak, M.Ia., Demchenko, O.A., Zholobak, N.M., Shcherbakov, O.B., Zotsenko, V.M., Ivanov, V.K. (2013). Vplyv nanokrystalichnogo dioksydu tseriiu na yaiechnu produktyvnist perepeliv [Effect of nanocrystalline cerium dioxide on egg performance of quail]. *Suchasne ptakhivnytstvo* [Modern poultry farming]. Vol. 3, pp. 22–24.
5. Spivak, M.Ia., Oksamytnyi, V.M., Demchenko, O.A., Zholobak, N.M., Shcherbakov, O.B., Ivanov, V.K., Poperechna, S.H. Hrynevych, O.I. (2013). Vplyv nanochastynok dioksydu tseriiu na intensyvnyy rostu ta spozhyvannia kormiv molodniakom perepilok [Influence of cerium dioxide nanopaticles on intensity of growth and feed intake of young quails]. *Veterynarna medytsyna* [Veterinary medicine]. Vol. 97, pp. 470–472.
6. Shadura, Yu.M., Bitiutskyi, V.S., Spivak, M.Ia., Melnychenko, O.M., Shcherbakov, O.B., Demchenko, O.A. Zholobak, N.M. (2015). Doklinichni doslidzhennia hostroi toksychnosti nanokrystalichnogo dioksydu tseriiu [Preclinical studies of acute toxicity of nanocrystalline cerium dioxide]. *Visnyk ZhNAEU* [Bulletin of ZhNAEU]. Vol. 2 (50), pp. 358–363.
7. Shadura, Yu.M., Spivak, M.Ia., Bitiutskyi, V.S., Melnychenko, O.M., Sotnichenko, I., Shcherbakov, O., Demchenko, O. Zholobak, N. (2015). Biokhimichni pokaznyky ta produktyvni yakosti kurei-nesuchok za vykorystannia nanochastynok

dioksydu tseriiu [Biochemical parameters and productive qualities of laying hens for the use of cerium dioxide nanoparticles]. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva [Technology of production and processing of livestock products]. Vol. 2 (120), pp. 174–177.

8. Abbasi, M., Dastar, B., Afzali, N., Shargh, S.M., Hashemi, S.R. (2017). Zinc requirements of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) by assessing dose-evaluating response of zinc oxide nano-particle supplementation'. Poultry Science Journal. Vol. 5(2), pp. 131–143. Available at: <http://doi.org/10.22069/psj.2017.13227.1262>.

9. Abedini, M., Shariatmadari, F., Torshizi, M.A.K., Ahmadi, H. (2018). Effects of zinc oxide nanoparticles on the egg quality, immune response, zinc retention, and blood parameters of laying hens in the late phase of production. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. Vol. 102 (2), pp. 1–10. Available at: <http://doi.org/10.1111/jpn.12871>.

10. Adu, O.A., Igbasan, F.A. Adebisi, O.A. (2011). Effect of dietary rare earth element on performance and carcass characteristics of broiler. Journal of Sustainable Technology. Vol. 2, pp. 118–126. Available at: <http://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2008.00884.x>.

11. Ahmad, S., Munir, S., Zeb, N., Ullah, A., Khan, B., Ali, J., Ali, S. (2019). Green nanotechnology: a review on green synthesis of silver nanoparticles – an ecofriendly approach. International journal of nanomedicine. Vol. 14, pp. 5087. Available at: <http://doi.org/10.2147 / IJN.S200254>

12. Ahmadi, M., Ahmadian, A., Seidavi, A.R. (2018). Effect of Different Levels of Nano-selenium on Performance, Blood Parameters, Immunity and Carcass Characteristics of Broiler Chickens. Poultry Science Journal. Vol. 6(1), pp. 99–108. Available at: <http://doi.org/10.22069/PSJ.2018.13815.1276>.

13. Albrecht, M.A., Evans, C.W., Raston, C.L. (2006). Green chemistry and the health implications of nanoparticles. Green chemistry. Vol. 8(5), pp. 417–432. Available at: <http://doi.org/10.1039/B517131H>.

14. Aparna, N., Karunakaran, R. (2016). Effect of Selenium Nanoparticles Supplementation on Oxidation Resistance of Broiler Chicken. Indian Journal of Science and Technology. Vol. 9(S1), pp. 1–5. Available at: <http://doi.org/10.17485 / IJST / 2016 / V9IS1 / 106334>

15. Asheer, M., Manwar, S.J., Gole, M.A., Sirsat, S., Wade, M.R., Khose, K.K. Sajid, S. (2018). Effect of dietary nano zinc oxide supplementation on performance and zinc bioavailability in broilers. Indian Journal of Poultry Science. Vol. 53(1), pp. 70–75. Available at: <http://doi.org/10.5958/0974-8180.2018.00004.1>

16. Bami, M.K., Afsharmanesh, M., Salarmoini, M., Tavakoli, H. (2018). Effect of zinc oxide nanoparticles and *Bacillus coagulans* as probiotic on growth, histomorphology of intestine, and immune parameters in broiler chickens. Comparative Clinical Pathology. Vol. 27(2), pp. 399–406. Available at: <http://doi.org/10.1007/s00580-017-2605-1>.

17. Bhanja, S., Hotowy, A., Mehra, M., Sawosz, E., Pineda, L., Vadalasetty, K., Kurantowicz, N. Chwalibog, A. (2015). In ovo administration of silver nanoparticles and/or amino acids influence metabolism and immune gene expression in chicken embryos. International journal of molecular sciences. Vol. 16(5), pp. 9484–9503. Available at: <http://doi.org/10.3390/ijms16059484>.

18. Bityutsky, V., Tsekhmistrenko, O., Tsekhmistrenko, S., Spyvac, M. Shadura, U. (2017). Perspectives of cerium nanoparticles use in agriculture. The Animal Biology. Vol. 19 (3), pp. 9–18. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1300>.

19. Bityutskyy, V., Tsekhmistrenko, S., Tsekhmistrenko, O., Melnychenko, O., Kharchyshyn, V. (2019). Effects of Different Dietary Selenium Sources Including Probiotics Mixture on Growth Performance, Feed Utilization and Serum Biochemical Profile of Quails. In: Nadykto V. (eds) Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer, Cham. pp. 623–632. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_61

20. Bölükbaşı, S.C., Al-sagan, A.A., Ürüsan, H., Erhan, M.K., Durmuş, O. Kurt, N. (2016). Effects of cerium oxide supplementation to laying hen diets on performance, egg quality, some antioxidant enzymes in serum and lipid oxidation in egg yolk. Journal of animal physiology and animal nutrition. Vol. 100(4), pp. 686–693. Available at: <http://doi.org/10.1111/jpn.12429>.

21. Boostani, A., Sadeghi, A.A., Mousavi, S.N., Chamani, M. Kashan, N. (2015). Effects of organic, inorganic, and nano-Se on growth performance, antioxidant capacity, cellular and humoral immune responses in broiler chickens exposed to oxidative stress. Livestock science. Vol. 178, pp. 330–336. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.004i>.

22. Boostani, A., Sadeghi, A.A., Mousavi, S.N., Chamani, M. Kashan, N. (2015). The effects of organic, inorganic, and nano-selenium on blood attributes in broiler chickens exposed to oxidative stress. Acta Scientiae Veterinariae. Vol. 43, pp. 1–6.

23. Cai, S.J., Wu, C.X., Gong, L.M., Song, T., Wu, H., Zhang, L.Y. (2012). Effects of nano-selenium on performance, meat quality, immune function, oxidation resistance, and tissue selenium content in broilers. Poultry Science. Vol. 91(10), pp. 2532–2539. Available at: <http://doi.org/10.3382/ps.2012-02160>.

24. Choi, S.J., Choy, J.H. (2014). Biokinetics of zinc oxide nanoparticles: toxicokinetics, biological fates, and protein interaction. International journal of nanomedicine. 9(Suppl 2), pp. 261–269. Available at: <http://doi.org/10.2147/IJN.S57920>.

25. Das, R.K., Pachapur, V.L., Lonappan, L., Naghdi, M., Pulicharla, R., Maiti, S., .Brar, S. K. (2017). Biological synthesis of metallic nanoparticles: plants, animals and microbial aspects. Nanotechnology for Environmental Engineering. Vol. 2(1), 18 p. Available at: <https://doi.org/10.1007/s41204-017-0029-4>

26. Duffy, L.L., Osmond-McLeod, M.J., Judy, J., King, T. (2018). Investigation into the antibacterial activity of silver, zinc oxide and copper oxide nanoparticles against poultry-relevant isolates of *Salmonella* and *Campylobacter*. Food control. Vol. 92, pp. 293–300. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.05.008>.

27. El-Katcha, M., Soltan, M.A. El-Badry, M. (2017). Effect of Dietary Replacement of Inorganic Zinc by Organic or Nanoparticles Sources on Growth Performance, Immune Response and Intestinal Histopathology of Broiler Chicken. Alexandria Journal for Veterinary Sciences. Vol. 55(2), pp. 129–145. Available at: <https://doi.org/10.5455/ajvs.266925>.

28. Fathi, M. (2016). Effects of zinc oxide nanoparticles supplementation on mortality due to ascites and performance growth in broiler chickens. Iranian Journal of Applied Animal Science. Vol. 6(2), pp. 389–394.

29. Fawaz, M.A., Südekum, K.H., Hassan, H.A. Abdel-Wareth, A.A. (2019). Effects of nanoparticles of zinc oxide on productive performance of laying hens.—a review. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 1(1), pp. 13–20.
30. Felehgari, K., Ahmadi, F., Rokhzadi, A., Kurdestany, A.H., Khah, M.M. (2013). The effect of dietary silver nanoparticles and inorganic selenium supplementation on performance and digestive organs of broilers during starter period. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.* Vol. 2(8), pp. 104–108.
31. Geraets, L., Oomen, A.G., Krystek, P., Jacobsen, N.R., Wallin, H., Laurentie, M., Verharen, H.W., Brandon, E.F., de Jong, W.H. (2014). Tissue distribution and elimination after oral and intravenous administration of different titanium dioxide nanoparticles in rats. *Particle and fibre toxicology*. Vol. 11(1), 30 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/1743-8977-11-30>.
32. Gong, Z. (1996). A study of feeding Rare Earth Elements to broiler-type breeding bird. *Chinese Poultry*. Vol. 7, 43 p. Available at: <https://doi.org/10.3382/japr/pfv052>.
33. Gopi, M., Pearlin, B., Kumar, R.D., Shanmathy, M., Prabakar, G. (2017). Role of nanoparticles in animal and poultry nutrition: modes of action and applications in formulating feed additives and food processing. *Int J Pharmacol*. Vol. 13, pp. 724–731. Available at: <https://doi.org/10.3923/ijp.2017.724.731>.
34. Gulyás, G., Csosz, E., Prokisch, J., Jávör, A., Mézes, M., Erdélyi, M., Balogh, K., Janáky, T., Szabó, Z., Simon, A., Czeglédi, L. (2017). Effect of nano-sized, elemental selenium supplement on the proteome of chicken liver. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. Vol. 101(3), pp. 502–510. Available at: <https://doi.org/10.1111/jpn.12459>.
35. Hafez, A., Nassef, E., Fahmy, M., Elsabagh, M., Bakr, A., Hegazi, E. (2019). Impact of dietary nano-zinc oxide on immune response and antioxidant defense of broiler chickens. *Environmental Science and Pollution Research*. pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04344-6>.
36. He, M.L., Chang, J., Arnold, R., Henkelmann, R., Lin, X., Süß, A., Rambeck, W.A. (1999). Studies on the effect of rare earth elements in piglets. *Mengen und Spurenelemente*. Vol. 19, pp. 3–4.
37. He, M.L., Wehr, U., Rambeck, W.A. (2010). Effect of low doses of dietary rare earth elements on growth performance of broilers. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. Vol. 94(1), pp. 86–92. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2008.00884.x>.
38. Holtzclaw, W. D., Dinkova-Kostova, A. T., Talalay, P. (2004). Protection against electrophile and oxidative stress by induction of phase 2 genes: the quest for the elusive sensor that responds to inducers. *Advances in enzyme regulation*. Vol. 44(1), pp. 335–367. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.advenzreg.2003.11.013>.
39. Hu, Z., Richter, H., Sparovek, G., Schnug, E. (2004). Physiological and biochemical effects of rare earth elements on plants and their agricultural significance: a review. *Journal of plant nutrition*. Vol. 27(1), pp. 183–220. Available at: <https://doi.org/10.1081/PLN-120027555>.
40. Hulla, J.E., Sahu, S.C. Hayes, A.W. (2015). Nanotechnology: History and future. *Human & experimental toxicology*. Vol. 34(12), pp. 1318–1321. Available at: <https://doi.org/10.1177/0960327115603588>.
41. Ibrahim, D., Ali, H.A., El-Mandrawy, S.A. (2017). Effects of different zinc sources on performance, bio distribution of minerals and expression of genes related to metabolism of broiler chickens. *Zagazig Vet J*. Vol. 45, pp. 292–304. Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1000462>.
42. Joshua, P.P., Valli, C., Balakrishnan, V. (2016). Effect of in ovo supplementation of nano forms of zinc, copper, and selenium on post-hatch performance of broiler chicken. *Veterinary world*. Vol. 9(3), pp. 287–294. Available at: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.287-294>.
43. Józwick, A., Marchewka, J., Strzałkowska, N., Horbańczuk, J., Szumacher-Strabel, M., Cieślak, A., Lipińska-Palka, P., Józefiak, D., Kamińska, A., Atanasov, A. (2018). The effect of different levels of Cu, Zn and Mn nanoparticles in hen turkey diet on the activity of aminopeptidases. *Molecules*. Vol. 23(5), 1150 p. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules23051150>.
44. Khalid, N., Ahmed, A., Bhatti, M.S., Randhawa, M.A., Ahmad, A., Rafiqat, R. (2014). A question mark on zinc deficiency in 185 million people in Pakistan – possible way out. *Critical reviews in food science and nutrition*. Vol. 54(9), pp. 1222–1240. Available at: <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.630541>.
45. Kharissova, O.V., Dias, H.R., Kharisov, B.I., Perez, B.O., Perez, V.M.J. (2013). The greener synthesis of nanoparticles. *Trends in biotechnology*. Vol. 31(4), pp. 240–248. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2013.01.003>.
46. Khatami, M., Alijani, H.Q., Sharifi, I. (2018). Biosynthesis of bimetallic and core-shell nanoparticles: their biomedical applications—a review. *IET nanobiotechnology*. Vol. 12(7), pp. 879–887. Available at: <https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2017.0308>.
47. King, J.C. (2011). Zinc: an essential but elusive nutrient. *The American journal of clinical nutrition*. Vol. 94(2), pp. 679–684. Available at: <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.005744>.
48. Klochkov, V.K., Malyshenko, A.I., Sedykh, O.O., Malyukin, Y.V. (2011). Wet chemical synthesis and characterization of luminescent colloidal nanoparticles: ReVO_4 : Eu^{3+} ($\text{Re} = \text{La, Gd, Y}$) with rod-like and spindle-like shape. *Functional materials*. Vol. 1, pp. 111–115.
49. Kool, P.L., Ortiz, M.D., van Gestel, C.A. (2011). Chronic toxicity of ZnO nanoparticles, non-nano ZnO and ZnCl_2 to *Folsomia candida* (Collembola) in relation to bioavailability in soil. *Environmental Pollution*. Vol. 159(10), pp. 2713–2719. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.05.021>.
50. Kulak, E., Ognik, K., Stepniowska, A., Sembratowicz, I. (2018). The effect of administration of silver nanoparticles on silver accumulation in tissues and the immune and antioxidant status of chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*. Vol. 27(1), pp. 44–54. Available at: <https://doi.org/10.22358/jafs/84978/2018>.
51. Lansdown, A.B. (2010). A pharmacological and toxicological profile of silver as an antimicrobial agent in medical devices. *Advances in pharmacological sciences*. 16 p. Available at: <https://doi.org/10.1155/2010/910686>.
52. Li, J.L., Zhang, L., Yang, Z.Y., Zhang, Z.Y., Jiang, Y., Gao, F., Zhou, G.H. (2018). Effects of different selenium sources on growth performance, antioxidant capacity and meat quality of local Chinese Subei chickens. *Biological trace element research*. Vol. 181(2), pp. 340–346. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12011-017-1049-439>.

53. Lina, T., Jianyang, J., Fenghua, Z., Huiying, R., Wenli, L. (2009). Effect of nano-zinc oxide on the production and dressing performance of broiler. *Chinese Agricultural Science Bulletin*. Vol. 2(003).
54. Liu, S., Tan, H., Wei, S., Zhao, J., Yang, L., Li, S., Zhong, C., Yin, Y., Chen, Y. Peng, Y. (2015). Effect of selenium sources on growth performance and tissue selenium retention in yellow broiler chicks. *Journal of applied animal research*. Vol. 43(4), pp. 487–490. Available at: <https://doi.org/10.1080/09712119.2014.978780>.
55. Magesh, S., Chen, Y., Hu, L. (2012). Small Molecule Modulators of K eap1-N rf2-ARE Pathway as Potential Preventive and Therapeutic Agents. *Medicinal research reviews*. Vol. 32(4), pp. 687–726. Available at: <https://doi.org/10.1002/med.21257>
56. Mahmoud, H.E.D., Ijiri, D., Ebeid, T.A., Ohtsuka, A. (2016). Effects of dietary nano-selenium supplementation on growth performance, antioxidative status, and immunity in broiler chickens under thermoneutral and high ambient temperature conditions. *The Journal of Poultry Science*. p.0150133. Available at: <https://doi.org/10.2141/jpsa.0150133>.
57. Mao, S.Y. Lien, T.F. (2017). Effects of nanosized zinc oxide and γ -polyglutamic acid on eggshell quality and serum parameters of aged laying hens. *Archives of animal nutrition*. Vol. 71(5), pp. 373–383. Available at: <https://doi.org/10.1080/1745039X.2017.1355600>.
58. McShan, D., Ray, P.C., Yu, H. (2014). Molecular toxicity mechanism of nanosilver. *Journal of food and drug analysis*. Vol. 22(1), pp. 116–127. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.01.010>.
59. Mishra, A., Swain, R.K., Mishra, S.K., Panda, N., Sethy, K. (2014). Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks. *Indian J. Anim. Nutr.* Vol. 31(4), pp. 384–388.
60. Mohammadi, F., Ahmadi, F., Amiri, A.M. (2015). Effect of zinc oxide nanoparticles on carcass parameters, relative weight of digestive and lymphoid organs of broiler fed wet diet during the starter period. *International Journal of Biosciences*. Vol. 6(2), pp. 389–394. Available at: <https://doi.org/10.12692/ijb/6.2.389-394>.
61. Mohammadi, H., Farzinpour, A., Vaziry, A. (2017). Reproductive performance of breeder quails fed diets supplemented with L-cysteine-coated iron oxide nanoparticles. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 52(2), pp. 298–304. Available at: <https://doi.org/10.1111/rda.12902>.
62. Mohammadi, V., Ghazanfari, S., Mohammadi-Sangcheshmeh, A., Nazaran, M.H. (2015). Comparative effects of zinc-nano complexes, zinc-sulphate and zinc-methionine on performance in broiler chickens. *British poultry science*. Vol. 56(4), pp. 486–493. Available at: <https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1064093>.
63. Mohan, P., Mala, R. (2019). May. A review on the effect of ZnO nanomaterial as supplement in poultry farming. In *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2105, no. 1, pp. 020030. AIP Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1063/1.5100715>.
64. Mohapatra, P., Swain, R.K., Mishra, S.K., Behera, T., Swain, P., Mishra, S.S., Behura, N.C., Sabat, S.C., Sethy, K., Dhama, K., Jayasankar, P. (2014). Effects of dietary nano-selenium on tissue selenium deposition, antioxidant status and immune functions in layer chicks. *Int J Pharmacol*. Vol. 10(3), pp. 160–167.
65. Ognik, K., Cholewińska, E., Czech, A., Kozłowski, K., Nowakowicz-Dębek, B., Szlęzak, R., Tutaj, K. (2016). Effect of silver nanoparticles on the immune, redox, and lipid status of chicken blood. *Czech Journal of Animal Science*. Vol. 61(10), pp. 450–461. Available at: <https://doi.org/10.17221/80/2015-CJAS>.
66. Ognik, K., Stępniewska, A., Cholewińska, E., Kozłowski, K. (2016). The effect of administration of copper nanoparticles to chickens in drinking water on estimated intestinal absorption of iron, zinc, and calcium. *Poultry science*. Vol. 95(9), pp. 2045–2051. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps/pew200>.
67. Olgun, O., Yildiz, A.Ö. (2017). Effects of dietary supplementation of inorganic, organic or nano zinc forms on performance, eggshell quality, and bone characteristics in laying hens. *Annals of Animal Science*. Vol. 17(2), pp. 463–476. Available at: <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0055>.
68. Ou, X., Guo, Z., Wang, J. (2000). The effects of rare earth element additive in feed on piglets. *Livestock and Poultry Industry*. Vol. 4(2), pp. 21–22.
69. Pal, G., Rai, P., Pandey, A. (2019). Green synthesis of nanoparticles: A greener approach for a cleaner future. In *Green Synthesis, Characterization and Applications of Nanoparticles*, pp. 1–26. Elsevier. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102579-6.00001-0>
70. Pandav, P.V., Puranik, P.R. (2015). Trials on metal enriched *Spirulina platensis* supplementation on poultry growth. *Glob J Bio-Science Technol*. Vol. 4, pp. 128–134.
71. Peng, D., Zhang, J., Liu, Q., Taylor, E.W. (2007). Size effect of elemental selenium nanoparticles (Nano-Se) at supranutritional levels on selenium accumulation and glutathione S-transferase activity. *Journal of Inorganic Biochemistry*. Vol. 101(10), pp. 1457–1463. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2007.06.021>.
72. Pieniz, S., Okeke, B.C., Andreazza, R., Brandelli, A. (2011). Evaluation of selenite bioremoval from liquid culture by *Enterococcus* species. *Microbiol. Res*. Vol. 166, pp. 176–185. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2010.03.005>
73. Pineda, L., Chwalibog, A., Sawosz, E., Hotowy, A., Elnif, J., Sawosz, F. (2012). Investigating the effect of in ovo injection of silver nanoparticles on fat uptake and development in broiler and layer hatchlings. *Journal of Nanotechnology*. Available at: <https://doi.org/10.1155/2012/212486>.
74. Pineda, L., Sawosz, E., Hotowy, A., Elnif, J., Sawosz, F., Ali, A., Chwalibog, A. (2012). Effect of nanoparticles of silver and gold on metabolic rate and development of broiler and layer embryos. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. Vol. 161(3), pp. 315–319. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2011.11.013>.
75. Rajendran, D., Thulasi, A., Jash, S., Selvaraju, S., Rao, S.B.N. (2013). Synthesis and application of nano minerals in livestock industry. *Animal Nutrition and Reproductive Physiology (Recent Concepts)*. Satish Serial Publishing House, Delhi. pp. 517–530.
76. Ramiah, S.K., Awad, E.A., Mookiah, S., Idrus, Z. (2019). Effects of zinc oxide nanoparticles on growth performance and concentrations of malondialdehyde, zinc in tissues, and corticosterone in broiler chickens under heat stress conditions. *Poultry science*. pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps/pez093>.

77. Ravikumar, S., Gokulakrishnan, R. (2012). The inhibitory effect of metal oxide nanoparticles against poultry pathogens. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*. Vol. 4(2), pp. 157–159.
78. Sagar, P.D., Mandal, A.B., Akbar, N., Dinani, O.P. (2018). Effect of different levels and sources of zinc on growth performance and immunity of broiler chicken during summer. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. Vol. 7(5), pp. 459–471. Available at: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.705.058>.
79. Saini, K., Tomar, S.K., Sangwan, V., Bhushan, B. (2014). Evaluation of lactobacilli from human sources for uptake and accumulation of selenium. *Biol. Trace Elem. Res.* Vol. 160, pp. 433–436. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12011-014-0065-x>
80. Saki, A.A., Abbasinezhad, M., Rafati, A.A. (2014). Iron nanoparticles and methionine hydroxy analogue chelate in ovo feeding of broiler chickens. *International Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. Vol. 10(3), pp. 187–196.
81. Salah-Eldin, T.A., Hamady, G.A.A., Abdel-Moneim, M.A., Farroh, K.Y., El-Reffaei, W.H.M. (2015). Nutritional evaluation of Selenium-methionine nanocomposite as a novel dietary supplement for laying hens. *J. Anim. Health Prod.* Vol. 3(3), pp. 64–72. Available at: <https://doi.org/10.14737/journal.jahp/2015/3.3.64.72>.
82. Saleh, A.A. (2014). Effect of dietary mixture of *Aspergillus* probiotic and selenium nano-particles on growth, nutrient digestibilities, selected blood parameters and muscle fatty acid profile in broiler chickens. *Anim Sci Pap Rep.* Vol. 32, pp. 65–79.
83. Sanjay, S.S. (2019). Safe nano is green nano. In *Green Synthesis, Characterization and Applications of Nanoparticles*, pp. 27–36. Elsevier. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102579-6.00002-2>
84. Sardar, M., Mazumder, J.A. (2019). Biomolecules Assisted Synthesis of Metal Nanoparticles. In *Environmental Nanotechnology*, pp. 1–23. Springer, Cham. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-98708-8_1
85. Sarkar, B., Bhattacharjee, S., Daware, A., Tribedi, P., Krishnani, K.K., Minhas, P.S. (2015). Selenium nanoparticles for stress-resilient fish and livestock. *Nanoscale research letters*. Vol. 10(1), 371 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/s11671-015-1073-2>.
86. Sawosz, E., Binek, M., Grodzik, M., Zielińska, M., Sysa, P., Szmidt, M., Niemiec, T., Chwalibog, A. (2007). Influence of hydrocolloidal silver nanoparticles on gastrointestinal microflora and morphology of enterocytes of quails. *Archives of Animal Nutrition*. Vol. 61(6), pp. 444–451. Available at: <https://doi.org/10.1080/17450390701664314>.
87. Sawosz, F., Pineda, L., Hotowy, A., Jaworski, S., Prasek, M., Sawosz, E., Chwalibog, A. (2013). Nano-nutrition of chicken embryos. The effect of silver nanoparticles and ATP on expression of chosen genes involved in myogenesis. *Archives of animal nutrition*. Vol. 67(5), pp. 347–355. Available at: <https://doi.org/10.1080/1745039X.2013.830520>.
88. Selim, N.A., Amira, M., Khosht, A.R., El-Hakim, A.A. (2014). Effect of sources and inclusion levels of zinc in broiler diets containing different vegetable oils during summer season conditions on meat quality. *International Journal of Poultry Science*. Vol. 13(11), pp. 619–626. Available at: <https://doi.org/10.3923/ijps.2014.619.626>.
89. Selim, N.A., Radwan, N.L., Youssef, S.F., Eldin, T.S., Elwafa, S.A. (2015). Effect of inclusion inorganic, organic or nano selenium forms in broiler diets on: 2-Physiological, immunological and toxicity statuses of broiler chicks. *International Journal of Poultry Science*. Vol. 14(3), 144 p. Available at: <https://doi.org/10.3923/ijps.2015.144.155>.
90. Senthil Kumaran, C.K., Sugapriya, S., Manivannan, N., Chandar Shekar, B. (2015). Effect on the growth performance of broiler chickens by selenium nanoparticles supplementation. *Nano Vision*. Vol. 5(4–6), pp. 161–168.
91. Singh, C., Kumar, J., Kumar, P., Chauhan, B. S., Tiwari, K. N., Mishra, S. K., Singh, J. (2019). Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous leaf extract of *Premna integrifolia* (L.) rich in polyphenols and evaluation of their antioxidant, antibacterial and cytotoxic activity. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.1080/13102818.2019.1577699>
92. Surai, P.F., Kochish, I.I., Velichko, O.A. (2017). Nano-Se Assimilation and Action in Poultry and Other Monogastric Animals: Is Gut Microbiota an Answer?. *Nanoscale research letters*. Vol. 12(1), 612 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/s11671-017-2383-3>.
93. Swain, P.S., Rao, S.B., Rajendran, D., Dominic, G., Selvaraju, S. (2016). Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: A review. *Animal Nutrition*. Vol. 2(3), pp. 134–141. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.06.003>.
94. Thill, A., Zeyons, O., Spalla, O., Chauvat, F., Rose, J., Auffan, M., Flank, A.M. (2006). Cytotoxicity of CeO₂ nanoparticles for *Escherichia coli*. Physico-chemical insight of the cytotoxicity mechanism. *Environmental science & technology*. Vol. 40(19), pp. 6151–6156. Available at: <https://doi.org/10.1021/es060999b>.
95. Tian, L., Zhu, F., Ren, H., Jiang, J., Li, W. (2009). Effects of nano-zinc oxide on antioxidant function in broilers. *Chinese Journal of Animal Nutrition*. Vol. 21(4), pp. 534–539.
96. Tsai, Y.H., Mao, S.Y., Li, M.Z., Huang, J.T., Lien, T.F. (2016). Effects of nanosize zinc oxide on zinc retention, eggshell quality, immune response and serum parameters of aged laying hens. *Animal feed science and technology*. Vol. 213, pp. 99–107. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2016.01.009>.
97. Tsekhmistrenko, O., Tsekhmistrenko, S. (2015). Lipid peroxidation in the quails kidney under Cadmium load and Sel-Plex influence. *Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkci' tvarynnictva: Zb. nauk. prac' [Technology of production and processing of livestock products: Collection of scientific works]*. Vol. 1 (116), pp. 203–207. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/931>.
98. Tsekhmistrenko, O.S., Tsekhmistrenko, S.I., Bityutskyy, V.S., Melnichenko, O.M., Oleshko, O.A. (2018). Biomimetic and antioxidant activity of nanocrystalline cerium dioxide. *World of Medicine and Biology*. Vol. 14(63), pp. 196–201. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1240>.
99. Tsekhmistrenko, S.I., Bityutskyy, V.S., Tsekhmistrenko, O.S., Polishchuk, V.M., Polishchuk, S.A., Ponomarenko, N.V., Melnychenko, Y.O. Spivak, M.Y. (2018). Enzyme-like activity of nanomaterials. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. Vol. 9(3), pp. 469–476. Available at: <https://doi.org/10.15421/021870>.

100. Tu, W., Wang, H., Li, S., Liu, Q., Sha, H. (2019). The Anti-Inflammatory and Anti-Oxidant Mechanisms of the Keap1/Nrf2/ARE Signaling Pathway in Chronic Diseases. *Aging and disease*. Vol. 10(3), 637 p. Available at: <https://doi.org/10.14336/AD.2018.0513>
101. Usama, T.M. (2012). Silver nanoparticles in poultry production. *Journal of Advanced Veterinary Research*. Vol. 2 (4), pp. 303–306.
102. Vadalasetty, K.P., Lauridsen, C., Engberg, R.M., Vadalasetty, R., Kutwin, M., Chwalibog, A., Sawosz, E. (2018). Influence of silver nanoparticles on growth and health of broiler chickens after infection with *Campylobacter jejuni*. *BMC veterinary research*. Vol. 14(1), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1323-x>.
103. Wang, C., Wang, M.Q., Ye, S.S., Tao, W.J., Du, Y.J. (2011). Effects of copper-loaded chitosan nanoparticles on growth and immunity in broilers. *Poultry science*. Vol. 90(10), pp. 2223–2228. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01511>.
104. Wang, M.Q., Xu, Z.R. (2003). Effect of supplemental lanthanum on the growth performance of pigs. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. Vol. 16(9), pp. 1360–1363. Available at: <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.1360>.
105. Wu, J., Zhang, Z., Yan, J. 1994. An initial study on effect of adding rare earth element on productivity of egg laying breeder hens. *NingXia Science and Technology of Farming and Forestry*. Vol. 4, pp. 36–38. DOI: 10.12720/jomb.4.3.239-243.
106. Xiao, X., Song, D., Cheng, Y., Hu, Y., Wang, F., Lu, Z., Wang, Y. (2019). Biogenic nanoselenium particles activate Nrf2-ARE pathway by phosphorylating p38, ERK1/2, and AKT on IPEC-J2 cells. *Journal of cellular physiology*. Vol. 234(7), pp. 11227–11234. Available at: <https://doi.org/10.1002/jcp.27773>
107. Xu, C., Guo, Y., Qiao, L., Ma, L., Cheng, Y., Roman, A. (2018). Biogenic synthesis of novel functionalized selenium nanoparticles by *Lactobacillus casei* ATCC 393 and its protective effects on intestinal barrier dysfunction caused by enterotoxigenic *Escherichia coli* K88. *Frontiers in microbiology*. Vol. 9, pp. 1129. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01129>
108. Xu, Y., Tang, H., Liu, J.H., Wang, H., Liu, Y. (2013). Evaluation of the adjuvant effect of silver nanoparticles both in vitro and in vivo. *Toxicology letters*. Vol. 219(1), pp. 42–48. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2013.02.010>.
109. Zhao, C.Y., Tan, S.X., Xiao, X.Y., Qiu, X.S., Pan, J.Q., Tang, Z.X. (2014). Effects of dietary zinc oxide nanoparticles on growth performance and antioxidative status in broilers. *Biological trace element research*. 160(3), pp. 361–367. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12011-014-0052-2>.
110. Zhou, X., Wang, Y. (2011). Influence of dietary nano elemental selenium on growth performance, tissue selenium distribution, meat quality, and glutathione peroxidase activity in Guangxi Yellow chicken. *Poultry Science*. Vol. 90(3), pp. 680–686. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00977>.
111. Zhu, M.T., Feng, W.Y., Wang, Y., Wang, B., Wang, M., Ouyang, H., Zhao, Y.L., Chai, Z.F. (2008). Particokinetics and extrapulmonary translocation of intratracheally instilled ferric oxide nanoparticles in rats and the potential health risk assessment. *Toxicological Sciences*. Vol. 107(2), pp. 342–351. Available at: <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfn245>.

Использование наночастиц металлов и неметаллов в птицеводстве

Цехмистренко О.С., Битюцкий В.С., Цехмистренко С.И., Мельниченко А.Н., Тимошок Н.А., Спивак Н.Я.

Обобщены данные мировой и отечественной литературы об особенностях кумуляции наночастиц микроэлементов в организме, их влияния на метаболизм, редокс-процессы и продуктивность птицы.

Акцентируется внимание на токсичности различных форм и источников рассмотренных элементов, их взаимовлияние на биодоступность, антагонизм и скорость выведения из организма. Необходимость в исследовании особенностей использования наночастиц и их эффективности в производстве продукции животноводства постоянно растет. Рассмотрены доказательства положительного применения наночастиц элементов (цинка, серебра, селена, церия, железа) в рационах различных видов сельскохозяйственной птицы благодаря их метаболическому, антимикробному действию, влиянию на переваривание и регуляцию работы кишечника. Проанализированные данные свидетельствуют, что наночастицы металлов и неметаллов в животноводстве являются альтернативой кормовым антибиотикам для антибактериального действия, повышения продуктивности животных и птицы, могут активизировать метаболизм путем стимулирования деятельности гормонов, оптимизировать иммунный ответ организма, индуцировать синтез металлотioneинов и способствовать росту коэффициента конверсии корма. Установлено, что наночастицы металлов и неметаллов в случае попадания в кишечник снижают минеральный антагонизм, что способствует повышению эффективности пищеварения. Установлено изменения прооксидантно-оксидантного статуса крови животных при использовании исследуемых наночастиц и изменения показателей гомеостаза, что является положительным для домашней птицы из-за повышения производительности, интенсификации производства яиц, их веса и скорости оплодотворения инкубационных яиц. Установлено влияние наночастиц на редокс-гомеостаз и процессы перекисного окисления липидов и протеинов. Аргументировано использование наноразмерных препаратов для использования в биологии, медицине, ветеринарии, сельском хозяйстве и необходимость дальнейших исследований для изучения всех возможных механизмов биологического действия наноструктур.

Ключевые слова: микроэлементы, наночастицы, птица, питание, серебро, цинк, селен, диоксид церия.

Use of nanoparticles of metals and non-metals in poultry farming

Tsekhmistrenko O., Bitiutsky V., Tsekhmistrenko S., Melnychenko O., Tymoshok N., Spivak M.

The presented analytical review summarizes the data of the world and national literature on the features of the accumulation of microelement nanoparticles in the body, their effects on metabolism, redox processes and productivity of poultry.

The attention is paid to the toxicity of various forms and sources of the considered elements, their mutual influence on bioavailability, antagonism and the rate of excretion. The need to study the peculiarities of the use of nanopar-

ticles and their efficiency in the production of livestock products is constantly increasing. Evidence of the positive application of nanoforms of elements (zinc, silver, selenium, cerium, iron) in the diets of different species of farm poultry is considered due to their metabolic, antimicrobial action, influence on digestion and regulation of bowel function. Analyzed data indicate that nanoparticles of metals and non-metals in animal husbandry are an alternative to feed antibiotics for antibacterial action, increase the productivity of animals and poultry, can activate metabolism by stimulating the activity of hormones, optimize the immune response of the organism, induce syntheses and metabolism. Nanoparticles of metals and non-metals have been found to reduce the mineral antagonism in case of contact with the intestine, which contributes to the efficiency of digestion. Changes in the prooxidant-oxidant status of the blood of animals by the use of test nanoparticles and changes in homeostasis indices that are positive for poultry due to increased productivity, intensification of egg production, their weight and fertilization rate of hatching eggs have been established. Influence of nanoparticles on redox homeostasis and processes of lipid and protein peroxidation are established. The use of nanoscale drugs for use in biology, medicine, veterinary medicine, agriculture, and the need for further research to study all possible mechanisms of biological action of nanostructures are argued.

Key words: trace elements, nanoparticles, poultry, feeding, silver, zinc, selenium, cerium dioxide.

Надійшла 19.09.2019 р.

УДК 636.52/58:612.397:635.926

MUHAMMAD JAVED²AAMIR IQBAL¹MIAN NAZIR SHAH²SAMIULLAH KHAN²ABDUR RAHMAN SIAL¹KARKACH PETER³MASHKIN YURIY³NATALIIA VOVKOTRUB³ISMAIL BAYRAM¹¹Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Turkey²University of Agriculture, Peshawar, Pakistan³Bila Tserkva National Agrarian University Ukraine

EFFECT OF AQUEOUS EXTRACT PLANT MIXTURE ON LIPID PROFILE AND HEPATOTOXICITY OF BROILER CHICKS

A research study was conducted to find the effect aqueous extract mixture of *Zingiber officinale*, *Carum capticum*, *Withania somnifera*, *Trigonella foenum graecum*, *Silybum marianum*, *Allium sativum* and *Berberis lyceum* on the growth performance of internal organs, lipid profile and hepatotoxicity of broiler chicks. A total of 240 day old chicks were purchased and were reared for 35 days in summer month. The birds were raised on conventional deep litter system, in open shed and all the pens/cages were placed in the same shed to ensure the same environment for all of the groups. Each pen was provided with a feeder and drinker. This aqueous extract mixture of plant was then mixed in drinking water of chicks at the rate of @ 0.0, 5.0, 10.0 and 15.0 ml/L for group A, B, C and D, respectively while group A served as a control. Feed and water were provided on calculated basis. Total numbers of chicks were divided into four groups (A, B, C and D) each having 60 chicks. Each group was further subdivided into three groups (replicates) each having 20 chicks. The data were recorded to explore the effect of infusion based plant mixture on the lipid profile and hepatotoxicity. AST and ALP had significantly ($P<0.05$) decreasing trend in groups B, C & D. ALT was significantly ($P<0.05$) lower in Group B. Group D had significantly ($P<0.05$) lower cholesterol, Triglyceride and LDL and higher HDL values. Serum protein were significantly ($P<0.05$) higher in group A. Group B @ 5.0 ml/L of Aqueous Extract water to improve liver function. Lipid profile could be well controlled, while using plant mixture extract @ 15.0 ml/L of water. Therefore the use of these medicinal plants is of great concern especially for broiler hepatic-toxicity and lipid profile.

Keywords: Broilers, lipid profile, hepatotoxicity, higher density lipoprotein.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-131-136

Formulation of the problem. Feed has a pivotal role for net return from the poultry Industry, because 80 % of the total input cost is spent on feed purchase. With the passage of time, meat requirement has increased. For health maintenance, nutrition in terms of macro and micro-nutrients play a major role in livestock production. In Pakistan the available animal protein is insufficient for human utilization because of too much high price of meat which is out of public approach and hence, it affects the health and fitness of the population (Farooq et al., 2001). To ensure more net return and to minimize high expenditure on feed are the main challenges, for which many research plans have been practiced such as introducing feed supplements and feed additives. Pakistan is an agriculture country and livestock is the most important sector of our country. It contributed to agriculture sector about 55.9 % while it contributed 11.8 % to the national GDP (Pervez et al. 2005). In the past the major growth promoters were antibiotics. The provision of quality of protein by the poultry in the form of meat and egg has diverted the attention of nutritionists to emphasize on the quality of balanced ration of poultry feed. Feed additives, including antibiotics play a key role in the proper utilization of feed ingredients with the objective to improve their feed efficiency. As a result negative effects have been experienced in the accumulation of residues and development of resistance of microorganisms against antibiotics therefore; the prevention of harmful diseases is a great challenge for the scientists in the present scenario. Present research is looking for natural alternative to antibiotics because of their residue and subsequent resistance to bacteria (Lee 2004).

At present the scientists are working to improve feed efficiency and growth rate of livestock using useful herbs. To cope with the shortage of animal protein availability, it is necessary to enhance the growth of small livestock with minimum cost. Livestock plays a vital role in developed countries in terms of food, financial and social aspect (Abu-Dieyeh and Abu-Darwish 2008). There is little published data concerning with using *Zingiber officinale*, *Carum capticum*, *withania somnifera*, *Trigonella Foenum Graecum*, *Silybum marianum*, *Allium sativum* and *Berberis lycium*, as a natural feed additive in poultry nutrition. These plants have been reported for various functions like antibacterial, antiseptic, anti-inflammatory, anti-parasitic and immunological properties. Therefore the use of these medicinal plants is of great concern especially for broiler hepatic-toxicity and lipid profile. The objective of this project was to evaluate the effect of medicinal plants on lipid profile and hepatic-toxicity of broiler chicks by using them in drinking water. In order to explore the effects of *Zingiber officinale*, *Carum capticum*, *withania somnifera*, *Zingiberofficinale*, *Carumcapticum*, *Withania somnifera*, *Trigonella foenum graecum*, *Silybummarianum*, *Allium sativum* and *Berberis lyceum*, the powder of all these was used in drinking water to see the effect on Lipid Profile and Hepatotoxicity.

Material and methods of research. The current study was performed at Department of Poultry Science, University of Agriculture, and Peshawar Pakistan after the approval of the Local Ethics Committee under approval No: Agri-781 on 25-08-2018.

The experiment was conducted in completely randomized design (CRD). A total of 240 zero day old commercial broiler chicks were purchased from the local market and were divided into four groups A, B, C and D. Each group was further divided into three replicates having 20 chicks/replicate. The birds were raised on conventional deep litter system, in open shed and all the pens / cages were placed in the same shed to ensure the same environment for all of the groups. Each pen was provided with a feeder and drinker. The experiment lasted for 35 days.

Application of plant mixture to drinking water. Experimental plants (*Zingiber officinale*, *Carum capticum*, *Withania somnifera*, *Trigonella foenum graecum*, *Silybum marianum*, *Allium sativum* and *Berberis lycium*) were purchased from local market. The plant parts (fruit, leaves, and root) were cut into small pieces, and then were dried and grinded into powder form. Five gm from each of plants powder was mixed in one liter of water. This aqueous extract mixture of plant was then mixed in drinking water of chicks at the rate of @ 0.0, 5.0, 10.0 and 15.0 ml/L for group A, B, C and D, respectively.

The data was statistically analyzed with the standard procedures of analysis of variance (ANOVA), using Completely Randomized Design. Means were compared for significance of differences by least significance differences (LSD) as suggested by (Calinski, Steel, and Torrie 1981). The statistical package (Singer 1998) was used to perform the above analysis on computer.

Main results of the study. Data on Intestine weight, Abdominal Fat weight, Gizzard weight, Heart weight, Liver weight is presented in Table-1 and data about the Liver Enzymes AST, ALT, ALP is in Table-2 while of , Serum protein, HDL,LDL, Cholesterol, Triglyceride is mentioned in Table-3. Average intestine weights for the four experimental groups are given in table 1. The mean intestine weight was 80.16, 87.16, 88.00 and 82.00 g for groups A, B, C and D respectively and that of vaccinated and non-vaccinated was 86.75 and 81.91 g respectively. Average fat weights for the four experimental groups are given in table 1.

Table 1 – Mean $\pm$ SE of different parameters in response of aqueous extract of different plants

	Groups				<i>P</i>
	A	B	C	D	
Parameters	0 ml	5 ml	10 ml	15 ml	
Intestine (g)	80.16 $\pm$ 0.125	87.16 $\pm$ 0.541	88.00 $\pm$ 0.124	82.00 $\pm$ 0.321	0.547
Abdominal Fat (g)	17.48 $\pm$ 0.142	14.76 $\pm$ 0.621	13.28 $\pm$ 0.214	15.05 $\pm$ 0.214	0.092
Gizzard (g)	19.33 $\pm$ 0.147	20.60 $\pm$ 0.214	22.66 $\pm$ 0.321	21.83 $\pm$ 0.174	0.745
Heart (g)	8.00 $\pm$ 1.024	8.30 $\pm$ 0.124	8.58 $\pm$ 0.142	8.46 $\pm$ 0.321	0.614
Liver (g)	29.00 $\pm$ 0.514	32.33 $\pm$ 0.124	35.00 $\pm$ 0.521	31.66 $\pm$ 0.124	0.874

The mean abdominal fat weight was 17.48, 14.76, 13.28 and 15.05 g for groups A, B, C and D respectively and that of vaccinated and non-vaccinated was 15.20 and 15.09 g respectively. Average Gizzard weight per chick at the end of experiment are 19.33, 20.60, 22.66 and 21.83g respectively for groups A, B, C and D. Gizzard weight of subgroups of vaccinated and non-vaccinated was 20.96 and

21.25 g respectively (Table 1). The gizzard weight data showed non-significant ($P>0.05$) difference among the treatments, vaccinated chicks, non-vaccinated chicks and within groups. Statistics showed that gizzard weight was numerically higher in group C as compared to other groups. Mean heart weight per chick at the end of experiment was 8.00, 8.30, 8.58 and 8.46 g for groups A, B, C and D, respectively. Heart weight of subgroups of vaccinated and non-vaccinated was 8.25 and 8.44 g respectively (Table 1). The heart weight data showed non-significant ($P>0.05$) difference among the treatments, vaccinated and non vaccinated groups.

Statistics revealed that group C had numerically higher heart weight than others. Average liver weight for the four experimental groups A, B, C and D, were 29.00, 32.33, 35.00 and 31.66 g respectively (Table 1), while in the subgroups of vaccinated and non-vaccinated liver weight was 33.41 and 30.58 g respectively. The liver weight data when subjected to analysis of variance showed non-significant ($P>0.05$) difference among the groups, vaccinated and non-vaccinated chicks. However the liver weight was found numerically higher in group C as compared to other groups. Average serum AST (aspartate aminotransferase) value per chick at the end of experiment was 71.5, 46.33, 47.16 and 53.33 for group A, B, C and D respectively, (Table 2). Average values of vaccinated and non-vaccinated groups were 63.50 and 45.66 respectively.

Table 2 – Mean $\pm$ SE of different parameters in response of aqueous extract of different plants

Groups				
	A	B	C	D
Parameters	0 ml	5 ml	10 ml	15 ml
AST	71.5 $\pm$ 0.012 ^a	46.33 $\pm$ 0.014 ^b	47.16 $\pm$ 0.051 ^b	53.33 $\pm$ 0.013 ^b
ALT	74.5 $\pm$ 0.017 ^a	50.33 $\pm$ 0.084 ^c	54.16 $\pm$ 0.081 ^{bc}	64.83 $\pm$ 0.023 ^{bc}
ALP	217.83 $\pm$ 0.034 ^a	141.33 $\pm$ 0.041	143.50 $\pm$ 0.051	153.00 $\pm$ 0.041
Serum protein	6.95 $\pm$ 0.041 ^a	4.81 $\pm$ 0.074 ^b	5.18 $\pm$ 0.061 ^b	6.44 $\pm$ 0.051 ^a

The AST data was subjected to analysis of variance revealed significant ($P<0.05$) difference among the groups and between the vaccinated and non-vaccinated subgroups. Similarly significant ($P<0.05$) difference was found among the group interaction. AST was significantly ($P<0.05$) reduced in group B as compared to group A. No significant ($P>0.05$) difference was recorded in groups C and D. Average serum ALP (alkaline phosphatase) value per chick at the end of experiment was 217.83, 141.33, 143.50 and 153.00 for group A, B, C and D respectively (Table 2). Average values of vaccinated and non-vaccinated groups were 170.08 and 157.75, respectively. The ALP data was subjected to analysis of variance revealed significant ($P<0.05$) difference among the groups and non-significant difference ($P>0.05$) between the vaccinated and non-vaccinated subgroups and the group interaction. Numerically reduced ALP was observed in group B as compared groups C and D. Average ALT value per chick at the end of experiment was 74.50, 50.33, 54.16 and 64.83 for group A, B, C and D, respectively (Table 2). Average values of vaccinated and non-vaccinated groups were 67.66 and 54.25, respectively. Significant ($P<0.05$) difference was observed on the mean ALT levels among the treatments and between the vaccinated and non-vaccinated groups and also among the group interaction. However, group B was observed with lowest significant ($P<0.05$) calculate ie. 50.33 iu/ml.

Average serum protein value per chick at the end of experiment was 6.95, 4.81, 5.18 and 6.44 for group A, B, C and D respectively, (Table 2). Average values of vaccinated and non-vaccinated groups were 6.40 and 5.29 respectively. Significant ($P<0.05$) difference was observed on the mean serum protein levels among the treated and between the vaccinated and non-vaccinated and also among the group interaction. The result of the present study showed that group A was found with significantly ($P<0.05$) higher serum protein as compared to the others groups.

Average Cholesterol value per chick at the end of experiment was 138.00, 106.83, 99.46 and 49.33. For group A, B, C and D, respectively while vaccinated and non-vaccinated groups were 100.66 and 96.25 respectively (Table 3). Average triglyceride values were 103.00, 91.33, 73.83 and 40.83 for group A, B, C and D, respectively while vaccinated and non-vaccinated groups were 77.83 and 76.66 respectively (Table 3). Significant ($P<0.05$) differences in the mean serum total cholesterol and triglyceride values were recorded among the treatments and non-significant ($P>0.05$) in vaccinated and non-vaccinated groups. No significant ($P>0.05$) difference was recorded among the group interaction. Total serum cholesterol and triglyceride values were found significantly ($P<0.05$)

lowered in group D as compared to control group. Average HDL value per chick at the end of experiment was 32.16, 37.66, 41.50 and 75.66 mg % for group A, B, C and D, respectively (Table 3). Average values of vaccinated and non-vaccinated groups were 48.25 and 45.25 mg % respectively significantly high ($P<0.05$) HDL values were observed in group D than control group and non-significant difference ($P>0.05$) between the vaccinated and non-vaccinated. Similarly no significant ($P>0.05$) difference was found among the group interaction. Average LDL value per chick at the end of experiment was 63.16, 47.83, 32.50 and 15.16 mg % for group A, B, C and D, respectively (Table 3). Average values of vaccinated and non-vaccinated groups were 41.25 and 38.08 mg % respectively Mean serum low-density lipoprotein values were found significant ($P<0.05$) among the treatments and non-significant ($P>0.05$) between the vaccinated and non-vaccinated.

Table 3 – Mean $\pm$ SE of different parameters in response of aqueous extract of different plants

Parameters	Groups			
	A	B	C	D
	0 ml	5 ml	10 ml	15 ml
HDL	32.16 $\pm$ 0.012 ^c	37.66 $\pm$ 0.142 ^{bc}	41.50 $\pm$ 0.412 ^b	75.66 $\pm$ 0.174 ^a
LDL	63.16 $\pm$ 0.124 ^a	47.83 $\pm$ 0.014 ^b	32.50 $\pm$ 0.132 ^c	15.16 $\pm$ 0.054 ^d
Cholesterol	138.00 $\pm$ 0.541 ^a	106.83 $\pm$ 0.014 ^b	99.46 $\pm$ 0.174 ^b	49.33 $\pm$ 0.251 ^c
Triglyceride	103.00 $\pm$ 0.124 ^a	91.33 $\pm$ 0.147 ^b	73.83 $\pm$ 0.0621 ^c	40.83 $\pm$ 0.412 ^d

Group Similarly significant ($P<0.05$) difference was found among the group interaction. However, significantly ($P<0.05$) lower serum low-density lipoprotein value was recorded in treatment D (15.16 mg %) than control.

Discussion. Average intestine weights for the four experimental groups are given in table 1. The mean intestine weight was 80.16, 87.16, 88.00 and 82.00 g for groups A, B, C and D respectively. And that of vaccinated and non-vaccinated was 86.75 and 81.91 g respectively. The results are in agreement with average fat weights for the four experimental groups are given in table 1. The mean abdominal fat weight was 17.48, 14.76, 13.28 and 15.05 g for groups A, B, C and D respectively and that of vaccinated and non-vaccinated was 15.20 and 15.09 g respectively. The results of present study are aligned with (Santoso, Setianto, and Suteky 2005). The gizzard weight data showed non-significant ($P>0.05$) difference among the treatments, vaccinated chicks, non-vaccinated chicks and groups interaction. Statistics showed that gizzard weight was numerically higher in group C as compare to other groups. Similar findings were found in the study conducted by (Santoso, Kususiya, and Fenita 2010). Mean heart weight per chick at the end of experiment was 8.00, 8.30, 8.58 and 8.46 g for groups A, B, C and D, respectively. Heart weight of subgroups of vaccinated and non-vaccinated was 8.25 and 8.44 g respectively (Table 1). The heart weight data showed non-significant ($P>0.05$) difference among the treatments, vaccinated and non-vaccinated groups. Statistics revealed that group C had numerically higher heart weight than others. The liver weight data when subjected to analysis of variance showed non-significant ($P>0.05$) difference among the groups, vaccinated and non-vaccinated chicks. However the liver weight was found numerically higher in group C as compared to other groups. Similar results were obtained in the study conducted by (Santoso and Sartini 2001)(Santoso, Kususiya, and Fenita 2010). This non-significant result might relate to the same active compounds concentration in each extract. The main active compound affected fat accumulation might be methyl-pyro-glutamate which is converted to glutamate. The stimulation of protein synthesis by glutamate may not reduce substrate supply for fatty acid synthesis. Furthermore, glutamate could further be converted to L-arginine and then to nitric oxide. Nitric oxide could not block LDL oxidation and did not reduce atherosclerosis (Cooke, 1998; Drexler, 1999; Napoli and Ignarro, 2001). The non-reduction of fat deposition might partly be caused by methyl-pyro-glutamate. Methylpyroglutamate might not convert to glutamic acid in the gut.

The table 2 is about values of different enzymes, here in this study trial the AST data was subjected to analysis of variance revealed significant ($P<0.05$) difference among the groups and between the vaccinated and non-vaccinated subgroups. AST was significantly ($P<0.05$) reduced in group B as compared to group A. No significant ($P>0.05$) difference was recorded in groups C and D. Similar results were found in the study of (Emadi and Kermanshahi 2007); (Prakash et al. 2010) and (Sapkota et al. 2017) where there was significant difference in liver enzymes. The ALP data was subjected to analysis of variance revealed significant ($P<0.05$) difference among the groups and non-significant

difference ($P>0.05$) between the vaccinated and non-vaccinated subgroups and the group interaction. Numerically reduced ALP was observed in group B as compared groups C and D. the results were aligned with the findings of (Manan et al. 2012). Significant ($P<0.05$) difference was observed on the mean ALT levels among the treatments and between the vaccinated and non-vaccinated groups and also among the group interaction. However, group B was observed with lowest significant ($P<0.05$) calculate ie. 50.33 iu/ml. similar findings were observed in (Manan et al. 2012) where Significant ($P<0.05$) difference was observed on the mean ALT levels among the different groups. The significant decrease in ALT was also reported by (Researchers, Club, and Branch 2016). Significant ($P<0.05$) difference was observed on the mean serum protein levels among the treated and between the vaccinated and non-vaccinated and also among the group interaction. The result of the present study showed that group A was found with significantly ($P<0.05$) higher serum protein as compared to the others groups. Similar findings were observed in the study conducted by (Chen et al. 2003).

This present findings suggest that the mixture of plant extract mixture supplementation in feed is effective in regulation of lipid metabolism in broilers. Similarly, it shows effective results in lowering the total cholesterol via its effect on the plasma concentration of LDL cholesterol.

In table 3 total serum cholesterol and triglyceride values were found significantly ($P<0.05$) lowered in group D as compared to control group. Average HDL value per chick at the end of experiment was 32.16, 37.66, 41.50 and 75.66 mg % for group A, B, C and D, respectively (Table 3). Similar results were observed in the study conducted by (Shim et al. 2004). Average values of vaccinated and non-vaccinated groups were 48.25 and 45.25 mg% respectively significantly high ($P<0.05$) HDL values were observed in group D than control group and non-significant difference ($P>0.05$) between the vaccinated and non-vaccinated. Similarly no significant ($P>0.05$) difference was found among the group interaction. The results were in agreement with (Santoso, Setianto, and Suteky 2005). Mean serum low-density lipoprotein values were found significant ($P<0.05$) among the treatments and non-significant ($P>0.05$) between the vaccinated and non-vaccinated. Group Similarly significant ($P<0.05$) difference was found among the group interaction. However, significantly ($P<0.05$) lower serum low-density lipoprotein value was recorded in treatment D (15.16 mg %) than control. Similar findings were obtained in the study conducted by (Santoso, Setianto, and Suteky 2005). This difference might relate to the different active compounds concentration in each extract. The main active compound affected fat accumulation might be methyl-pyro-glutamate which is converted to glutamate. The stimulation of protein synthesis by glutamate may reduce substrate supply for fatty acid synthesis. Furthermore, glutamate could further be converted to L-arginine and then to nitric oxide. Nitric oxide could block LDL oxidation and reduced atherosclerosis.

Conclusion. Present study was used to explore the effects of *Zingiber officinale*, *Carum capticum*, *Withania somnifera*, *Trigonella foenum graecum*, *Silybum marianum*, *Allium sativum* and *Berberis lyceum* on the growth and performance of broiler chicks. Such plants have been reported for various functions like antibacterial, antiseptic, anti-inflammatory, anti-parasitic and immunological properties. Therefore the use of these medicinal plants is of great concern especially for broiler hepatic-toxicity and lipid profile. This difference and effect might be related to the different active compounds concentration in each extract. The main active compound affected different body function. Hence, active compounds could have anti-inflammatory as well as antioxidant effects through COX-2 inhibition pathway like non-steroidal anti-inflammatory drugs. It is recommended to conduct more research during prolonged storage at higher temperatures to explore more effects on different parameters.

REFERENCES

1. Farooq, M., Mian M. A., Asghar, A. (2001). Factors affecting cost of production and net profit per broiler in the subtropics. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 13, Article no. 4, Retrieved October 21, 2019. URL: <http://www.lrrd.org/lrrd13/1/faroo131.htm>
2. Abu-Dieyeh, Ziad H.M., Mohammad, S. Abu-Darwish. (2008). "Effect of Feeding Powdered Black Cumin Seeds (*Nigella Sativa* L.) on Growth Performance of 4-8 Week-Old Broilers." *Journal of Animal and Veterinary Advances*.
3. Calinski, T., Steel, R. G. D., Torrie, J. H. (1981). "Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach." *Biometrics*.
4. Chen, Yuwei., Boqiang, Qin., Katrin, Teubner., Martin, T. Dokulil. (2003). "Long-Term Dynamics of Phytoplankton Assemblages: Microcystis-Domination in Lake Taihu, a Large Shallow Lake in China." *Journal of Plankton Research*.
5. Emadi, M., Kermanshahi, H. (2007). "Effect of Turmeric Rhizome Powder on the Activity of Some Blood Enzymes in Broiler Chickens." *International Journal of Poultry Science*. 6(1), pp. 48–51.
6. Lee, Hau L. (2004). "The Triple-A Supply Chain." *Harvard Business Review*.

7. Manan, Abdul et al. (2012). "Effect of Periodic Supplementation of Herbal Infusion on the Liver Function and Lipid Profile of Broiler Chickens." 28(1).
8. Pervez, Amjad., Syed, Muzaffar Ahmed., Abdul, Aziz Khan., Shaher, Bano Lathiya. (2005). "Comparative Field Efficacy of Some Additive Formulated Baits against Rodent Pests of Wheat Crop in Sindh, Pakistan." Pakistan Journal of Zoology.
9. Prakash, A. et al. (2010). "Protective Effect of Ocimum Sanctum on Disposition Kinetics of Sulphadimidine in Lead-Treated Cockerel." Iranian Journal of Pharmacology and Therapeutics.
10. Researchers, Young., Elite, Club., Shahrekord, Branch. (2016). "On the Pathological and Biomedical Indexes".
11. Santoso, U., Kusumiyah, K., Fenita, Y. (2010). "The Effect Of Sauropus Androgynus Extract And Lemuru Oil On Fat Deposition And Fatty Acid Composition Of Meat In Broiler Chickens." Journal Of The Indonesian Tropical Animal Agriculture. 35(1), pp. 48–54.
12. Santoso, U., and Sartini. (2001). "Reduction of Fat Accumulation in Broiler Chickens by Sauropus Androgynus (Katuk) Leaf Meal Supplementation." Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 14(3), pp. 346–350.
13. Santoso, U., Setianto, J., Suteky, T. (2005). "Effect of Sauropus Androgynus (Katuk) Extract on Egg Production and Lipid Metabolism in Layers." Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 18(3), pp. 364–369.
14. Sapkota, Yadav. (2017). "Meta-Analysis Identifies Five Novel Loci Associated with Endometriosis Highlighting Key Genes Involved in Hormone Metabolism." Nature Communications.
15. Shim, K. S., Park, G. H., Choi, C. J., Na, C.S. (2004). "Decreased Triglyceride and Cholesterol Levels in Serum, Liver and Breast Muscle in Broiler by the Supplementation of Dietary Codonopsis Lanceolata Root." Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 17(4), pp. 511–513.
16. Singer, Judith D. (1998). "Using SAS PROC MIXED to Fit Multilevel Models, Hierarchical Models, and Individual Growth Models." Journal of Educational and Behavioral Statistics.

Вплив суміші водного екстракту рослин на ліпідний профіль та гепатотоксичність курчат-бройлерів

Мухамед Джаве, Амір Ікбал, Міан Назір Шах, Самиулах Хан, Абдур Рахман Сіал, Петро Каркач, Юрій Машкін, Наталія Вовкотруб, Ісмаїл Байрам

З'ясовано вплив водної екстракційної суміші *Zingiberofficinale*, *Carumcapticum*, *Withania somnifera*, *Trigonella foenum graecum*, *Silybummarianum*, *Allium sativum* і *Berberis lyceum* на показники росту внутрішніх органів, ліпідного профілю і гепатотоксичності курчат-бройлерів. Усього було придбано 240 добових курчат, яких вирощували протягом 35 діб у літні місяці. Корм і воду було надано на розрахунковій основі. Курчат було розділено на чотири групи (А, В, С і D), по 60 голів у кожній. Кожна група була додатково розділена на три групи (повтори) по 20 курчат. Птицю вирощували за звичайною системою глибокої підстилки, у відкритому шеді, і всі загони / клітки були розміщені в одному шеді, щоб забезпечити однакові умови для птиці всіх груп. Птицю було забезпечено фронтом годівлі та напування. Водну екстракційну суміш рослин змішували у питній воді для курчат у кількості 5,0; 10,0 та 15,0 мл/л для груп В, С і D відповідно, тимчасом група А служила контролем. Збір даних було проведено для вивчення впливу водного екстракту рослинної суміші на ліпідний профіль і гепатотоксичність. АСТ і АЛТ значно знижувалися ($P < 0,05$) в групах В, С і D. АЛТ була значно ($P < 0,05$) нижчою в групі В. Група D мала значно ($P < 0,05$) нижчий рівень холестерину, тригліцеридів і LDL, і вищі значення HDL. Сироватковий білок був значно ($P < 0,05$) вищим у групі А. У групі В, яка отримувала 5 мл/л водного екстракту з водою, поліпшувалася функція печінки. Ліпідний профіль можна ефективно контролювати, використовуючи екстракт рослинної суміші в кількості 15 мл/л води. З огляду на це, використання цих лікарських рослин має велике значення, особливо для гепатотоксичності бройлерів і ліпідного профілю.

Ключові слова: бройлери, ліпідний профіль, гепатотоксичність, ліпопротеїни високої щільності.

Влияние смеси водного экстракта растений на липидный профиль и гепатотоксичность цыплят-бройлеров

Мухамед Джаве, Амир Икбал, Миан Назир Шах, Самиулах Хан, Абдур Рахман Сил, Петро Каркач, Юрий Машкин, Наталья Вовкотруб, Исмаил Байрам

Изучено влияние водной экстракционной смеси *Zingiberofficinale*, *Carumcapticum*, *Withania somnifera*, *Trigonella foenum graecum*, *Silybummarianum*, *Allium sativum* и *Berberis lyceum* на показатели роста внутренних органов, липидного профиля и гепатотоксичности цыплят-бройлеров. Всего было приобретено 240 суточных цыплят, которые выращивались в течение 35 суток в летние месяцы. Корм и вода были предоставлены на расчетной основе. Цыплята были разделены на четыре группы (А, В, С и D), по 60 голов в каждой. Каждая группа была дополнительно разделена на три группы (повторы) по 20 цыплят. Птицу выращивали по обычной системе глубокой подстилки, в открытом шэде, и все изгороди / клетки были размещены в одном шэде, чтобы обеспечить одинаковые условия для птицы всех групп. Вся птица была обеспечена фронтом кормления и выпаивания. Водную экстракционную смесь растений смешивали в воде для цыплят в количестве 5,0; 10,0 и 15,0 мл/л для групп В, С и D соответственно, тогда как группа А служила контролем. Сбор данных провели для изучения влияния водного экстракта растительной смеси на липидный профиль и гепатотоксичность. АСТ и АЛТ значительно снижались ($P < 0,05$) в группах В, С и D. АЛТ была значительно ($P < 0,05$) ниже в группе В. Группа D имела значительно ($P < 0,05$) ниже уровень холестерина, триглицеридов и LDL, и более высокие значения HDL. Сывороточный белок был значительно ($P < 0,05$) выше в группе А, В группе В, которая получала 5 мл/л водного экстракта с водой, улучшалась функция печени. Липидный профиль можно эффективно контролировать, используя экстракт растительной смеси в количестве 15 мл/л воды. Поэтому использование этих лекарственных растений имеет большое значение, особенно для гепатотоксичности бройлеров и липидного профиля.

Ключевые слова: бройлеры, липидный профиль, гепатотоксичность, липопротеины высокой плотности.

Надійшла 25.09.2019 р.



NATALIA VOVKOTRUB, <https://orcid.org/0000-0003-3297-454X>

УДК [577.161.3+637.056]:664.8.037.5

^{1,2}ДАНЧЕНКО О.О.²РУБАН Г.В.¹ЗДОРОВЦЕВА Л.М.¹ДАНЧЕНКО М.М.²ГАПОНЕНКО Т.М.¹КОЛЯДЕНКО В.В.¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,²Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

ВІТАМІН Е ЯК ІНГІБІТОР ОКИСНОГО ПСУВАННЯ М'ЯСА ГУСЕЙ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Досліджено вплив вітаміну Е за різних способів його застосування на вміст продуктів ліпопероксидації та активність ендогенних антиоксидантів у м'ясі гусей під час його зберігання (-18°C). Для зберігання використано зразки м'яса від 3-х груп гусей. Контрольні зразки отримано від гусей, відгодованих на стандартному раціоні. М'ясо І дослідного зразка – від гусей, раціон яких з 42- до 63-ї доби відрізнявся від раціону гусей контрольної групи вдвічі більшим (40 мг/кг) умістом вітаміну Е. М'ясо ІІ дослідного зразка отримано від гусей контрольної групи шляхом поверхневої обробки зразка розчином вітаміну Е (в розрахунку 100 мкг/г м'яса) безпосередньо перед закладанням його на зберігання. Термін зберігання м'яса становив 210 діб. Встановлено, що інтенсивне накопичення вторинних продуктів ліпопероксидації (ТБКАП) у м'ясі гусей розпочалося з 90-ї доби. Збільшення вдвічі вмісту вітаміну Е в раціоні гусей сприяло зниженню вмісту ТБКАП у м'ясі І дослідного зразка порівняно з контрольним (на 27,6 %, $p \leq 0,05$) наприкінці досліду. Додавання вітаміну Е до раціону гусей сприяло стабілізації антиоксидантного пулу в їхньому м'ясі, що підтверджується в 1,88 раза нижчим рівнем ТБКАП за ініціації пероксидного окиснення Fe^{2+} і на 36,0 % ($p \leq 0,05$) більшим коефіцієнтом антиоксидантної активності на 210-ту добу. Наприкінці досліду вміст вітаміну Е в І дослідному зразку на 41,7 % ($p \leq 0,01$) вищий за контроль, β -каротину – на 15,0 % ($p \leq 0,05$), а вітаміну А – на рівні контрольного зразка. Обробка гусятини розчином вітаміну Е також забезпечує достовірне гальмування процесів пероксидного окиснення впродовж першої половини досліду. Втім наприкінці досліду вміст ТБКАП у ІІ дослідному зразку м'яса досягає рівня, відповідного контрольному показнику. Зі 120-ї доби розпочалося більш інтенсивне втрачання ендогенних антиоксидантів, свідченням чого є зниження коефіцієнта антиоксидантної активності у м'ясі цього дослідного зразка до рівня контрольного на 210-ту добу. М'ясо цього зразка відрізняється від контрольного вірогідно вищим умістом β -каротину (на 13,5 %, $p \leq 0,05$). Отже, для отримання пролонгованого позитивного ефекту під час низькотемпературного зберігання м'яса більш доцільним є додавання вітаміну Е до раціону гусей у передзабійному періоді.

Ключові слова: гуси, зберігання м'яса, продукти ліпопероксидації, антиоксидантна активність, вітаміни Е, А, β -каротин.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-137-144

Постановка проблеми. Сьогодні однією з найбільш актуальних проблем є забезпечення населення високоякісними харчовими продуктами. Серед продуктів харчування м'ясо птиці посідає особливе місце, воно є джерелом повноцінного білка і високоякісного жиру [1–3]. Низькотемпературне зберігання м'яса є одним з найбільш поширених способів його консервування. За цих умов гальмується мікробіологічне псування м'ясної сировини. Головною причиною погіршення якості та харчової цінності м'яса під час низькотемпературного зберігання є окиснення жирних кислот ліпідів, насамперед ненасичених жирних кислот [4–7].

У функціонуючих м'язах ненасичені жирні кислоти, які найбільш чутливі до пероксидного окиснення, захищені від дії активних форм Оксигену (АФО) системою антиоксидантного захисту. Після зупинення кровообігу відбуваються незворотні зміни, що створюють умови для зміщення балансу прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в напрямку окисних процесів. Це, насамперед, зумовлено накопиченням молочної кислоти, зниженням рН і, як наслідок, зниженням активності антиоксидантних ензимів [3]. Введення до раціону птиці природних і синтетичних антиоксидантів у передзабійному періоді підвищує стійкість м'яса до окисного псування і подовжує терміни його зберігання [8]. Вітамін Е – один із ефективних жиророзчинних антиоксидантів, який має широкий спектр практичного застосування, зокрема у тваринництві [9].

Дослідженню властивостей і ролі вітаміну Е присвячено багато робіт. Деякі вчені пропонують застосовувати вітамін Е для лікування багатьох хвороб – від атеросклерозу до раку і нейроде-

генеративних захворювань [10, 11]. З іншого боку, є інформація про підвищення під впливом вітаміну Е, навіть у наномолярних концентраціях, життєздатності нейронів в умовах оксидативного стресу, що пояснюється опосередкованою модуляцією цим антиоксидантом сигнальних систем [12–14]. Доведено, що підвищення вмісту вітаміну Е в раціоні тварин у передзабійному періоді сприяє подовженню термінів зберігання отриманого м'яса [9, 10, 15, 16].

Аналіз останніх досліджень. На сучасному етапі розвитку біохімічної науки теорія антиоксидантної дії вітаміну Е в організмі не є бездоганною і загальноприйнятною. Так, на думку одного з провідних біохіміків Angelo Azzi (США), α -токоферол не є антиоксидантом, а виступає лише як ліганд для наразі не ідентифікованих специфічних білків і, таким чином, бере участь у передачі сигналу в клітині [12, 13, 17–21]. Існують сумніви щодо необмеженої здатності вітаміну Е запобігати оксидативному стресу [22, 23]. Встановлено, що вітамін Е може бути корисний лише за хронічного запалення низького рівня та імунної відповіді [13]. Механізм дії цього вітаміну досі є предметом дискусій. Розглядається як антиоксидантний механізм дії вітаміну Е, так і його вплив на сигнальну трансдукцію і модуляцію експресії генів [1]. Роботами закордонних і вітчизняних науковців [19, 23, 24] доведено, що надфізіологічні дози токоферолу можуть бути шкідливими, тому збільшення доз вітаміну Е в раціоні свійських тварин у передзабійному періоді має бути науково обґрунтованим.

З іншого боку, окисне псування м'яса тварин, відгодованих на стандартному раціоні, уповільнюється завдяки його обробці перед зберіганням антиоксидантами, серед яких один із найбільш уживаних – вітамін Е [4].

Метою дослідження було з'ясування особливостей впливу вітаміну Е на окисне псування м'яса гусей під час низькотемпературного зберігання за різних способів застосування цього вітаміну. М'ясо гусей обране як таке, що має підвищену здатність до ліпопероксидації внаслідок високого вмісту ненасичених жирних кислот (НЖК) [13].

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили на гусях італійської породи. Впродовж усього періоду постнатального розвитку (63 доби) гусей контрольної групи (26 голів) утримували на стандартному раціоні, збалансованому за обмінною енергією, протеїном і вітамінами згідно з рекомендаціями [25, 26]. Раціон гусей дослідної групи (26 голів) із 42- до 63-ї доби відрізнявся від раціону гусей контрольної вдвічі більшим (40 мг/кг) умістом вітаміну Е. Забій птиці проводили у 63-добовому віці. Після забою птиці з тушки виділяли грудні м'язи, які швидко заморожували і зберігали за температури -18°C та вологості повітря 85 % упродовж 210 діб відповідно до вимог ДСТУ 3143:2013.

Для низькотемпературного зберігання використано зразки м'яса 3-х груп гусей. Контрольні зразки отримано від гусей, відгодованих на стандартному раціоні. М'ясо I дослідного зразка – від гусей, раціон яких з 42- до 63-ї доби відрізнявся від раціону гусей контрольної групи вдвічі більшим (40 мг/кг) умістом вітаміну Е. М'ясо II дослідного зразка отримано від гусей контрольної групи шляхом його поверхневої обробки розчином вітаміну Е (в розрахунку 100 мкг на г м'яса) безпосередньо перед закладанням на низькотемпературне зберігання.

Інтенсивність ПОЛ (продуктів окиснення ліпідів) у м'ясі гусей оцінювали за вмістом продуктів пероксидації, які реагують із 2-тіобарбітуровою кислотою – ТБКАП. Визначення цих продуктів проводили в гомогенатах м'яса (ТБКАП_{вих}) та за ініціації ПОЛ Fe^{2+} (ТБКАП_{інк}) [27]. Для інтегральної оцінки активності ендогенних антиоксидантів у м'ясі застосовано коефіцієнт антиоксидантної активності ($K_{\text{АОА}}$). Його обчислювали як відношення ТБКАП_{вих} до ТБКАП_{інк}, оскільки в м'ясі міститься не тільки субстрат пероксидації, а й високо- і низькомолекулярні сполуки, здатні гальмувати пероксидне окиснення ліпідів [28]. Вміст вітамінів А, Е, і β -каротину визначали фотоколориметричним методом [27]. Математичну обробку експериментальних даних здійснювали загальноприйнятими методами математичної статистики, включаючи кореляційний аналіз [29] із використанням пакета комп'ютерної програми *SPSS-13,0* і програми *MS Excel 2000*.

Результати дослідження. Аналіз динаміки вторинних продуктів ліпопероксидації в гомогенаті м'яса гусей трьох досліджених зразків (ТБКАП_{вих}) свідчить (табл. 1), що збільшений вміст вітаміну Е, незалежно від способу його застосування, не впливає на загальні закономірності накопичення вторинних продуктів ліпопероксидації. Це підтверджується коефіцієнтами кореляції динаміки ТБКАП_{вих} у досліджених зразках м'яса на рівні тісних ($r = 0,968 - 0,993, p \leq$

0,05). У контрольному зразку м'яса впродовж перших 90 діб, а в дослідних – до 120-ї доби вміст ТБКАП_{вих} утримувався на вихідному рівні, навіть з тенденцією до зниження. Динаміка цього показника, ймовірно, зумовлена тим, що процеси ліпопероксидації в анаеробних умовах, які виникають у м'ясі одразу після забою тварин, через нестачу акцепторів гідрогену гальмуються [3]. Подальша активізація ПОЛ, яка розпочалася з 90-ї доби в контрольному зразку м'яса, і зі 120-ї доби в I і II дослідних зразках, пов'язана з накопиченням ендogenous кисню. Отже, специфічність динаміки ТБКАП_{вих} у контрольному і дослідних зразках полягає в тривалості стартового періоду прооксидантно-антиоксидантної рівноваги з низьким рівнем цього показника. У контрольному зразку достовірна активізація процесів ПОЛ спостерігається вже впродовж четвертого місяця: вміст вторинних продуктів ліпопероксидації з 90- до 120-ї доби збільшився на 77,4 % ($p \leq 0,01$).

Таблиця 1 – Вміст продуктів ліпопероксидації у м'ясі гусей контрольного і дослідних зразків (нМоль/г, $M \pm m$, $n = 6$)

Термін зберігання, діб	Контрольний зразок		I дослідний зразок		II дослідний зразок	
	ТБКАП _{вих}	ТБКАП _{інк}	ТБКАП _{вих}	ТБКАП _{інк}	ТБКАП _{вих}	ТБКАП _{інк}
0	37,23 $\pm$ 2,01	75,82 $\pm$ 3,41	29,32 $\pm$ 1,15	53,31 $\pm$ 0,56**	33,9 $\pm$ 1,71	67,83 $\pm$ 0,56
30	26,14 $\pm$ 1,63	60,73 $\pm$ 2,83	25,14 $\pm$ 1,23	51,31 $\pm$ 2,74*	23,71 $\pm$ 1,04	44,74 $\pm$ 2,15**
60	27,98 $\pm$ 1,92	80,02 $\pm$ 3,87	24,58 $\pm$ 0,97	52,30 $\pm$ 2,49**	27,52 $\pm$ 0,25	56,16 $\pm$ 3,04**
90	30,15 $\pm$ 1,52	83,75 $\pm$ 3,62	28,74 $\pm$ 1,34	62,48 $\pm$ 3,25**	30,26 $\pm$ 0,04	59,32 $\pm$ 3,79**
120	53,49 $\pm$ 2,86	198,1 $\pm$ 8,73	30,42 $\pm$ 1,39**	80,05 $\pm$ 3,82**	32,59 $\pm$ 1,93**	129,1 $\pm$ 5,4**
150	77,42 $\pm$ 3,53	267,0 $\pm$ 12,1	47,02 $\pm$ 2,17**	114,7 $\pm$ 5,4**	67,54 $\pm$ 1,10*	198,6 $\pm$ 8,5**
180	92,62 $\pm$ 0,33	370,5 $\pm$ 16,7	63,51 $\pm$ 2,97**	176,4 $\pm$ 8,2**	81,35 $\pm$ 2,91**	290,5 $\pm$ 13,0**
210	108,3 $\pm$ 5,2	433,2 $\pm$ 21,7	78,45 $\pm$ 3,62**	230,7 $\pm$ 10,2**	105,8 $\pm$ 4,02	406,9 $\pm$ 21,2

Примітка: тут і в табл. 2 різниці вірогідні відносно м'яса контрольних зразків: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$

У подальшому зміни цього показника в часі наближалися до квадратичної залежності і через 210 діб вміст ТБКАП_{вих} у контрольному зразку досягнув значення, яке у 2,91 раза перевищило відповідне вихідне.

Збільшення вмісту вітаміну Е в раціоні гусей сприяло подовженню терміну вихідної стабілізації прооксидантно-антиоксидантної рівноваги для м'яса I дослідного зразка. Тільки з п'ятого місяця активізація процесів пероксидного окиснення зумовила вірогідне накопичення ТБКАП_{вих}. За 210 діб зберігання вміст ТБКАП_{вих} в м'ясі I дослідного зразка зріс у 2,68 раза.

Обробка м'яса розчином вітаміну Е після забою птиці (II дослідний зразок) також сприяла подовженню періоду рівноваги між про- та антиоксидантами: тільки зі 120-ї доби розпочалась активізація ПОЛ. Упродовж п'ятого місяця вміст ТБКАП_{вих} у м'ясі II дослідного зразка збільшився в 2,07 раза і до кінця дослідів досяг рівня відповідного показника контрольного зразка. За середнім рівнем ТБКАП_{вих} контрольний зразок перевищив I і II дослідні зразки на 27,8 і 11,2 % ($p \leq 0,05$) відповідно.

Рівень ліпопероксидації, ініційованої Fe^{2+} , визначається активністю ендogenous антиоксидантів і, відповідно, характеризує здатність цих сполук гальмувати ПОЛ. Для контрольного зразка м'яса суттєве підвищення вмісту ТБКАП_{інк} (у 5,17 раза) і, відповідно, зниження активності ендogenous антиоксидантів спостерігали з 90- до 210-ї доби.

У I дослідному зразку вміст ТБКАП_{інк} упродовж дослідів збільшився в 4,33 раза. Вірогідні зміни цього показника відбувалися зі 120-ї доби. У м'ясі II дослідного зразка достовірна активізація ініційованих Fe (II) процесів ПОЛ розпочалася, як і в контрольному зразку, з 90-ї доби. До кінця дослідів вміст ТБКАП_{інк} у II дослідному зразку зріс у 6,86 раза і досяг рівня відповідного показника контрольного зразка м'яса. Таке підвищення здатності до ліпопероксидації може бути ознакою вичерпання пулу антиоксидантів у цьому зразку наприкінці дослідів.

За даними статистичної обробки, середнє значення $TБКАП_{інк}$ для контрольного зразка достовірно перевищило цей показник для I і II дослідних зразків м'яса в 1,91 раза, або на 20,2 % ($p \leq 0,05$) відповідно.

Упродовж дослідів $K_{АОА}$ усіх зразків м'яса поступово, з певними незначними коливаннями, знижувався і наприкінці дослідів досяг мінімального рівня, який в I дослідного зразка на 36,0 % перевищив відповідний контрольний показник, а в II – наблизився до нього (рис.1).

Дані кореляційного аналізу динаміки $K_{АОА}$ свідчать про збереження достатньо високої узгодженості цього показника в межах досліджених зразків м'яса ($r = 0,877-0,974$, $p \leq 0,05$). Однак порівняно з $TБКАП_{вих}$ цей зв'язок для дослідних і контрольного зразків м'яса дещо слабший, адже гальмування ПОЛ визначається рівнем ендogenous антиоксидантів, здатних протидіяти АФО і вільним радикалам.

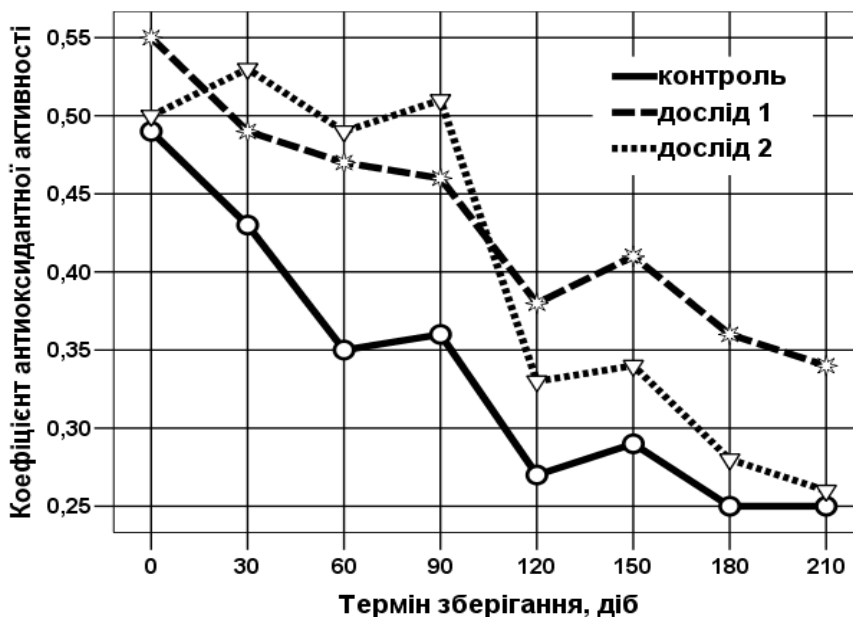


Рис.1. Зміни коефіцієнта антиоксидантної активності досліджених зразків м'яса.

Незважаючи на подібний характер динаміки $K_{АОА}$, для контрольного зразка впродовж дослідів встановлено зменшення цього показника у 2,13 раза, I дослідного – 1,67, а II – 1,92 раза. Найменшу мінливість цього показника також відмічено для I дослідного зразка (коефіцієнт варіації 16,7 %), а для контрольного і II дослідного більший коефіцієнт варіації $K_{АОА}$ (26,3 і 27,9 % відповідно) свідчить про їх вищу мінливість. Отже, введення вітаміну Е до раціону гусей у передзабійному періоді не тільки гальмує окисне псування м'яса I дослідного зразка, а й стабілізує активність ендogenous антиоксидантів у ньому.

Одним із головних критеріїв якості м'ясної сировини є вміст жиророзчинних вітамінів у ньому. Встановлено, що вміст вітаміну Е в м'ясі гусей контрольного зразка до 120-ї доби утримувався на сталому рівні (табл. 2). Однак зі 120-ї доби до кінця дослідів спостерігали зменшення вмісту вітаміну Е на 34,9 % ($p \leq 0,01$). Зниження цього показника, ймовірно, спричинено його антиоксидантною активністю, адже α -токоферол проявляє антирадикальний ефект за рахунок здатності до утворення мезомерно стабілізованих токоферильних радикалів. Вміст вітаміну А в м'ясі гусей контрольного зразка з 1- до 120-ї доби збільшився на 25,3 % ($p \leq 0,05$) і досяг максимального рівня. Джерелом вітаміну А може бути β -каротин, що за дії β -каротиндіоксигенази трансформується у вітамін А. Дійсно, вже в першій половині дослідів вміст β -каротину зменшився на 14,3 % ($p \leq 0,05$). Упродовж другої частини дослідів вміст вітаміну А зменшився на 27,8 % ($p \leq 0,05$), а β -каротину – на 35,6 % ($p \leq 0,01$). Зниження цих показників свідчить про погіршення якості м'яса.

Збільшення вмісту вітаміну Е в раціоні гусей в передзабійному періоді сприяє накопиченню вітаміну Е в тканинах, тому Е-вітамінна забезпеченість м'яса I дослідного зразка на 32,7 % ($p \leq 0,01$) вища за відповідний показник контролю. До 120-ї доби вміст вітамінів А і Е в м'ясі I дос-

лідного зразка утримувався на вихідному рівні, а β -каротину – зменшився на 13,8 % ($p \leq 0,05$). Упродовж наступних 90 діб на тлі активізації процесів ПОЛ вміст головного тканинного антиоксиданту вітаміну Е знизився на 23,9 % ($p \leq 0,05$), але залишився на 41,7 % ($p \leq 0,01$) вищим за відповідний показник контрольного зразка. Водночас вміст вітаміну А зменшився на 37,4 % ($p \leq 0,01$) і досяг відповідного значення контрольного зразка, а β -каротину – на 27,8 % ($p \leq 0,01$), однак і наприкінці досліду залишився на 15,0 % ($p \leq 0,05$) вищим за контроль.

Таблиця 2 – Вміст жиророзчинних вітамінів у м'ясі гусей (мкг/г, $M \pm m$, $n=6$)

Термін зберігання, діб	Зразок м'яса	Вітамін А	Вітамін Е	β -каротин
1	Контрольний	3,52 $\pm$ 0,09	14,25 $\pm$ 0,11	9,23 $\pm$ 0,08
120		4,41 $\pm$ 0,05	13,62 $\pm$ 0,34	7,91 $\pm$ 0,09
210		2,54 $\pm$ 0,09	9,27 $\pm$ 0,49	5,94 $\pm$ 0,11
1	І дослідний	3,72 $\pm$ 0,08	18,91 $\pm$ 0,72**	9,46 $\pm$ 0,43
120		3,58 $\pm$ 0,05	17,26 $\pm$ 0,47**	8,15 $\pm$ 0,38
210		2,33 $\pm$ 0,04	13,14 $\pm$ 0,39**	6,83 $\pm$ 0,09*
1	ІІ дослідний	3,40 $\pm$ 0,09	13,93 $\pm$ 0,52	8,98 $\pm$ 0,10
120		3,95 $\pm$ 0,08	14,97 $\pm$ 0,39*	7,82 $\pm$ 0,12
210		2,29 $\pm$ 0,06	8,51 $\pm$ 0,31	6,74 $\pm$ 0,15*

Обробка м'яса розчином вітаміну Е перед закладанням на зберігання сприяє підвищенню Е-вітамінної забезпеченості в першій частині досліду. На 120-ту добу вміст вітаміну Е у м'ясі ІІ дослідного зразка на 12,7 % ($p \leq 0,05$) вищий за контрольний. Подальша інтенсифікація процесів ПОЛ зумовила прискорене витрачання вітаміну Е і зменшення його вмісту в цьому зразку до рівня контрольного. Вміст вітаміну А у м'ясі ІІ зразка зі 120-ї доби зменшився на 32,6 % ($p \leq 0,01$) і наблизився до рівня контрольного, а вміст β -каротину – поступово впродовж усього досліду на 28,3 % ($p \leq 0,05$), але залишився на вірогідно вищому рівні.

Висновки. 1. Збільшення вмісту вітаміну Е в раціоні гусей у 2 рази в передзайний період сприяє стабілізації ендогенних антиоксидантів у їхньому м'ясі за його низькотемпературного зберігання впродовж більш тривалого періоду, що підтверджується на 36 % вищим за відповідний контрольний показник рівнем коефіцієнта антиоксидантної активності на 210-ту добу зберігання. М'ясо цього зразка характеризується вірогідно вищим вмістом вітаміну Е і β -каротину (на 41,7 і 19,4 %) наприкінці досліду.

2. За поверхневої обробки м'яса розчином вітаміну Е також відбувається гальмування ПОЛ, втім воно є менш тривалим і характеризується прискореним витрачанням ендогенних антиоксидантів, передусім вітаміну Е. Вміст β -каротину в цьому зразку зменшується повільніше і до кінця досліду залишається вірогідно вищим за контроль.

3. Доцільність застосування розглянутих технологічних режимів зберігання м'яса гусей з використанням вітаміну Е як інгібітора його окисного псування визначається з урахуванням можливостей виробника і вимог до якості харчової сировини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Цехмістренко С.І., Цехмістренко О.С. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: навч. посібник. Біла Церква, 2014. 192 с.
2. Янчева М., Пешук Л., Дроменко Е. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса і м'ясних продуктів: навч. посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2017. 304 с.
3. Клименко М.М., Віннікова Л.Г., Береза І.Г., Гончаров Г.І. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: підручник. Київ: Вища освіта, 2006. 640 с.
4. Estévez M. Oxidative damage to poultry: from farm to fork. Poult Sci. 2015. Vol. 94(6). P. 1368–78. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps/pev094>.
5. Proteomic approach to characterize biochemistry of meat quality defects/ Schilling M.W., et al. Meat Sci. 2017. Vol. 132. P. 131–138. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.018>.
6. Дмитриева М.А., Розанев Э.Г. Качество мяса и свободные радикалы. Мясная индустрия, 2006. № 12. С. 52–54.
7. Баль-Прилиппо Л.В., Мельничук С.Д., Лоханська В.Й., Слободянюк Н.М. Окисне псування харчових продуктів і методи контролю якісних показників тваринних жирів: навч.-метод. посібник. Київ, 2011. 130 с.
8. Can we improve the nutritional quality of meat? / Scollan N.D., et al. Proc Nutr Soc. 2017. Vol. 76(4). P. 603–618. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0029665117001112>.
9. Гунчак А.В., Ратич І.Б., Андреева Л.В. Роль вітаміну Е в живленні птиці. Біологія тварин. 2007. Т. 9. № 1–2. С. 70–82.

10. Aggarwal B.B., Sundaram C., Prasad S., Kannappan R. Tocotrienols, the vitamin E of the 21-st century: its potential against cancer and other chronic diseases. *Biochem. Pharmacol.* 2010. Vol. 80. № 11. P. 1613–1631. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2010.07.043>.
11. The vitamin E derivative garcinoic acid from *Garcinia kola* nut seeds attenuates the inflammatory response / Wallert M., et al. *Redox Biology*. 2019. Vol. 24. Article 101166. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101166>.
12. Azzi A., Gysin R., Kempná P., Munteanu A. Vitamin E mediates cell signaling and regulation of gene expression. *Annals of the New York Academy of Sciences. Sci.* 2004. Vol. 1031. P. 86–95.
13. Jean-Marc Zingg. Vitamin E: A Role in Signal Transduction. *Annual Review of Nutrition*. 2015. Vol. 35. P. 135–173. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071714-034347>.
14. α -Tocopherol disappearance rates from plasma depend on lipid concentrations: studies using deuterium-labeled collard greens in younger and older adults / Traber M.G., et al. *Am J Clin Nutr.* 2015. Vol. 101. P. 752–759.
15. Alirezalu K., Nemati Z., Hajipour M., Besharati M. Quality and shelf-life stability of meat and liver from goose fed diets supplemented with vitamin E. Conference Paper. June 2019. Conference: XVIII european symposium on the quality of eggs and egg products and XXIV european symposium on the quality of poultry meat. At Izmir, Turkey. URL: <https://www.researchgate.net/publication/334204761>.
16. Bartov I., Frigg M. Effect of high concentrations of dietary vitamin E during various age periods on performance, plasma vitamin E and meat stability of broiler chicks at 7 weeks of age. *Br. Poult. Sci.* 1992. Vol. 33. P. 393–402.
17. Azzi A., Stocker A. Vitamin E: non-antioxidant roles. *Prog. lipid Res.* 2000. Vol. 39(3). P. 231–55.
18. Azzi A. Molecular mechanism of α -tocopherol action. *Free Radic. Biol. Med.* 2007. Vol. 43 № 1. P. 16–21. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2007.03.013>.
19. Azzi A. Many tocopherols, one vitamin E. *Mol. Asp. Med.* 2018. Vol. 61. pp. 92–103. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.mam.2017.06.004>.
20. Azzi A. Tocopherols, tocotrienols and tocomonoenols: Many similar molecules but only one vitamin E. *Redox Biology*. 2019. Vol. 26. Article 101259. Doi: [https://doi.org/10.1016/j.redox.\(2019\).101259](https://doi.org/10.1016/j.redox.(2019).101259). Epub 2019 Jun 19.
21. Khadangi F., Azzi A. Vitamin E – the next 100 years. Special Issue on Vitamin E - Regulatory Roles/Guest Editor: Jean-Marc Zingg. *IUBMB*. 2019. Vol. 71. № 4. P. 411–415. URL: <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/iub.1900>
22. High environmental stress yields greater tocotrienol content while changing vitamin E profiles of wild emmer wheat seeds / Watts E.J., et al. *J Med Food*. 2015. Vol. 18. P. 216–223.
23. An excess dietary vitamin E concentration does not influence Nrf2 signaling in the liver of rats fed either soybean oil or salmon oil / Eder K., et al. *Nutrition & metabolism*. 2017. Vol. 14(1). P. 71. Doi: <https://doi.org/10.1186/s12986-017-0225-z>
24. Rearing Romagnola geese in vineyard: pasture and antioxidant intake, performance, carcass and meat quality / Mancinelli A.C., et al. *Italian Journal of Animal Science*. 2019. Vol. 18. № 1. P. 372–380. Doi: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1530960>.
25. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці/ під ред. Ю.О. Рябоконя. Бірки: Інститут птахівництва УААН, 2005. 101 с.
26. Шеремет Д.О., Мельник В.В. Розведення гусей у присадибному господарстві: вибір породи і формування батьківського стада. *Сучасне птахівництво*. 2014. № 6. С. 14–15.
27. Критерии и методы контроля метаболизма в организме животных и птиц. Харьков: Институт животноводства НААН. 2011. С. 224–225.
28. Данченко О.О., Пашенко Ю.П., Данченко Н.М., Здоровцева Л.М. Механізми підтримки прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в тканинах печінки гусей в умовах гіпо- і гіпероксії. *Укр. біохім. журн.* 2012. № 6. С. 109–114.
29. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. Москва: Наука, 1973. 832 с.

REFERENCE

1. Tsekhmistrenko, S.I., Tsekhmistrenko, O.S. (2014). *Biokhimiia miasa ta miasoproduktiv: navch. posibnyk* [Biochemistry of Meat and Meat Products: Educ. manual]. Bila Tserkva, 192 p.
2. Yancheva, M., Peshuk, L., Dromenko, E. (2017). *Fyzyko-khimichni ta biokhimichni osnovy tekhnolohii miasa i miasnykh produktiv: navch. posibnyk* [Physicochemical and biochemical foundations of the technology of meat and meat products: textbook. manual]. Kyiv: Center for Educational Literature, 304 p.
3. Klymenko M.M., Vinnikova L.H., Bereza I.H., Honcharov H.I. (2006). *Tekhnolohiia miasa ta miasnykh produktiv: pidruchnyk* [Technology of meat and meat products: a textbook]. Kyiv: Higher Education, 640 p.
4. Estévez, M. (2015). Oxidative damage to poultry: from farm to fork. *Poult Sci.* Vol. 94(6), pp. 1368–78. Available et: <https://doi.org/10.3382/ps/pev094>.
5. Schilling, M.W., Suman, S.P., Zhang, X., Nair, M.N., Desai, M.A., Cai, K., Ciaramella, M.A., Allen, P.J. (2017). Proteomic approach to characterize biochemistry of meat quality defects. *Meat Sci.* Vol. 132, pp. 131–138. Available et: [https://doi.org/10.1016/j.meatsci.\(2017\).04.018](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.(2017).04.018).
6. Dmitrieva, M.A., Rozanov, E.G. (2006). *Kachestvo myasa i svobodnyie radikalnyi* [Meat quality and free radicals]. Meat industry, no. 12, pp. 52–54.
7. Bal-Prylypko, L.V., Melnychuk, S.D., Lokhanska, V.I., Slobodianiuk, N.M. (2011). *Okysne psuvannya kharchovykh produktiv i metody kontroliu yakisnykh pokaznykiv tvarynnykh zhyriv: navch.-metod. posibnyk* [Oxidative spoilage of food-stuffs and methods of quality control of animal fats: a teaching method. manual]. Kyiv, 130 p.
8. Scollan, N.D., Price, E.M., Morgan, S.A., Huws, S.A., Shingfield, K.J. (2017). Can we improve the nutritional quality of meat? *Proc Nutr Soc.* Vol. 76(4), pp. 603–618. Available et: <https://doi.org/10.1017/S0029665117001112>.
9. Hunchak, A.V., Ratych, I.B., Andreieva, L.V. (2007). Rol vitaminu E v zhyvlenni ptytsi [The role of vitamin E in bird nutrition]. *Bioloiiia tvaryn* [Animal biology]. Vol. 9, no. 1–2, pp. 70–82.

10. Aggarwal, B.B., Sundaram, C., Prasad, S., Kannappan, R. (2010). Tocotrienols, the vitamin E of the 21-st century: its potential against cancer and other chronic diseases. *Biochem. Pharmacol.* Vol. 80, no. 11, pp. 1613–1631. Available et: <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2010.07.043>.
11. Wallert, M., Bauer, J., Kluge, S., Schmolz, L., Chen, Y.C., Ziegler, M., Searle, A.K., Maxones, A., Schubert, M., Thurmer, M., Pein, H., Koerberle, A., Werz, O., Birringer, M., Peter, K., Lorkowski, S. (2019). The vitamin E derivative garcinoic acid from *Garcinia kola* nut seeds attenuates the inflammatory response. *Redox Biology*. Vol. 24, Article 101166. Available et: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101166>.
12. Azzi, A., Gysin, R., Kempná, P., Munteanu, A. (2004). Vitamin E mediates cell signaling and regulation of gene expression. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Sci. Vol. 1031, pp. 86–95.
13. Jean-Marc, Zingg. (2015). Vitamin E: A Role in Signal Transduction. *Annual Review of Nutrition*. Vol. 35, pp. 135–173. Available et: <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071714-034347>.
14. Traber, M.G. Leonard, S.W., Bobe, G., Fu, X., Saltzman, E., Grusak, M.A., Booth, S.L. (2015). α -Tocopherol disappearance rates from plasma depend on lipid concentrations: studies using deuterium-labeled collard greens in younger and older adults. *Am J Clin Nutr*. Vol. 101, pp. 752–759.
15. Alirezalu, K., Nemati, Z., Hajipour, M., Besharati, M. (2019). Quality and shelf-life stability of meat and liver from goose fed diets supplemented with vitamin E. Conference Paper. June Conference: XVIII european symposium on the quality of eggs and egg products and XXIV european symposium on the quality of poultry meat. At Izmir, Turkey. Available et: <https://www.researchgate.net/publication/334204761>
16. Bartov, I., Frigg, M. (1992). Effect of high concentrations of dietary vitamin E during various age periods on performance, plasma vitamin E and meat stability of broiler chicks at 7 weeks of age. *Br. Poult. Sci.* Vol. 33, pp. 393–402.
17. Azzi, A., Stocker, A. (2000). Vitamin E: non-antioxidant roles. *Prog. lipid Res.* Vol. 39(3), pp. 231–55.
18. Azzi, A. (2007). Molecular mechanism of α -tocopherol action. *Free Radic. Biol. Med.* Vol. 43, no. 1, pp. 16–21. Available et: <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2007.03.013>.
19. Azzi, A. (2018). Many tocopherols, one vitamin E. *Mol. Asp. Med.* Vol. 61, pp. 92–103. Available et: <https://doi.org/10.1016/j.mam.2017.06.004>.
20. Azzi, A. (2019). Tocopherols, tocotrienols and tocomonoenols: Many similar molecules but only one vitamin E. *Redox Biology*. Vol. 26. Article 101259. Available et: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101259>. Epub 2019 Jun 19.
21. Khadangi, F., Azzi, A. (2019). Vitamin E – the next 100 years. Special Issue on Vitamin E - Regulatory Roles/Guest Editor: Jean-Marc Zingg. *IUBMB*. Vol. 71. № 4, pp. 411–415. Available et: <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/iub.1900>.
22. Watts, E.J., Shen, Y., Lansky, E.P., Nevo, E., Bobe, G., Traber, M.G. (2015). High environmental stress yields greater tocotrienol content while changing vitamin E profiles of wild emmer wheat seeds. *J Med Food*. Vol. 18, pp. 216–223.
23. Eder, K., Siebers, M., Most, E., Scheibe, S., Weissmann, N., Gessner, D.K. (2017). An excess dietary vitamin E concentration does not influence Nrf2 signaling in the liver of rats fed either soybean oil or salmon oil. *Nutrition & metabolism*. Vol. 14(1), 71 p. Available et: <https://doi.org/10.1186/s12986-017-0225-z>.
24. Mancinelli, A.C., Mattioli, S., Dal Bosco, A., Piottoli, L., Ranucci, D., Branciarri, R., Cotozzolo, E., Castellini, C. (2019). Rearing Romagna geese in vineyard: pasture and antioxidant intake, performance, carcass and meat quality *Italian Journal of Animal Science*. Vol. 18, no. 1, pp. 372–380. Available et: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1530960>.
25. Riabokonja, Yu.O. (2005). Rekomendatsii z normuvannia hodivli silskohospodarskoi ptytsi [Rationing guidelines for farm poultry feeding]. Birky: Instytut ptakhivnytstva UAAN [Tags: Institute of Poultry Breeding, UAAS]. 101 p.
26. Sheremet, D.O., Melnyk, V.V. (2014). Rozvedennia husei u prysadybnomu hospodarstvi: vybir porody i formuvannia batkivskoho stada [Breeding geese in the farm: selection of breed and formation of parent flock]. *Suchasne ptakhivnytstvo [Modern poultry farming]*. no 6, pp. 14–15.
27. Kriterii i metody kontrolya metabolizmu v organizme zhivotnykh i ptits [Criteria and methods for controlling metabolism in animals and birds]. (2011) Kharkov: Institut zhivotnovodstva NAAN [Kharkov: Institute of Livestock NAAS]. pp. 224–225.
28. Danchenko, O.O., Pashchenko, Yu.P., Danchenko, N.M., Zdorovtseva, L.M. (2012). Mekhanizmy pidtrymky prooksydantno-antyoksydantnoi rovnovagi v tkanyakh pechinky husei v umovakh hipo- i hiperoksii [Mechanisms of prooxidant-antioxidant balance in geese liver tissues under hypo- and hyperoxia conditions]. *Ukr. biokhim. Zhurn [Ukrainian Biochemical Journal]*. no. 6, pp 109–114.
29. Korn, G., Korn, T. (1973). *Spravochnik po matematike [Math reference]*. Moscow: Science, 832 p.

Витамин Е как ингибитор окислительной порчи мяса гусей при хранении

Данченко Е.А., Рубан А.В., Здоровцева Л.Н., Данченко Н.Н., Гапоненко Т.Н., Коляденко В.В.

Исследовано влияние витамина Е при различных способах его применения на содержание продуктов липопероксидации и активность эндогенных антиоксидантов в мясе гусей во время его хранения (-18°C). Для хранения использовано мясо гусей трех образцов. Мясо контрольного образца получено от гусей, откормленных на стандартном рационе. Мясо I опытного образца получено от гусей, рацион которых с 42- по 63-е сутки отличался от рациона гусей контрольной группы вдвое большим (40 мг/кг) содержанием витамина Е. Мясо II опытного образца получено от гусей контрольной группы путем его обработки раствором витамина Е (в расчете 100 мкг на г мяса) непосредственно перед закладкой на хранение. Срок хранения мяса – 210 суток. Установлено, что интенсивное накопление вторичных продуктов липопероксидации (ТБКАП) в мясе гусей во время его хранения началось с 90-х суток. Увеличение вдвое содержания витамина Е в рационе гусей способствовало достоверному (на 27,6 %, $p \leq 0,05$) снижению содержания ТБКАП в мясе I опытного образца по сравнению с контрольным в конце опыта. Добавление витамина Е в рацион гусей способствовало стабилизации антиоксидантного пула в их мясе, что подтверждается в 1,88 раза низким уровнем ТБКАП при инициации пероксидного окисления Fe^{2+} и на 36,0 %, ($p \leq 0,05$) высшим коэффициентом

антиоксидантної активності в цьому образці по сравнению з контрольним на 210-е сутки. В конце опыта содержание витамина Е во II опытном образце на 41,7 % ($p \leq 0,01$) выше, чем в контроле, β -каротина – на 15,0 % ($p \leq 0,05$), а витамина А – на уровне контрольного образца. Обработка мяса гусей раствором витамина Е также обеспечивает достоверное торможение процессов пероксидного окисления в течение первой половины опыта. Однако в конце опыта содержание ТБАП во II опытном образце мяса достигло уровня соответствующего контрольного показателя. Со 120-х суток началось более интенсивное использование эндогенных антиоксидантов, свидетельством чего является снижение коэффициента антиоксидантной активности в мясе этого опытного образца до уровня контрольного на 210-е сутки. Мясо этого образца отличается от контрольного достоверно высшим содержанием β -каротина (на 13,5 %, $p \leq 0,05$). Таким образом, для получения пролонгированного антиоксидантного эффекта при низкотемпературном хранении мяса целесообразнее добавление витамина Е в рацион гусей в предубойном периоде.

Ключевые слова: гуси, хранение мяса, продукты липопероксидации, антиоксидантная активность, витамины Е, А, β -каротин.

Vitamin E as an inhibitor of oxidative damage to goose meat storage

Danchenko E., Ruban A., Zdorovtseva L., Danchenko N., Gaponenko T., Kolyadenko V.

The vitamin E effect on the lipid peroxidation product content and the endogenous antioxidant activity (at -18 C during the different types of storage) has been studied in goose meat. The goose meat of three samples has been used for storage. Meat of control sample has been obtained from geese fed by the standard diet.

The 1st meat test sample of geese differs from the control group by two times higher content of vitamin E (40 mg / kg) in their diet from the 42nd to the 63rd day.

Meat of the 2nd test sample obtained from the control group of geese is processed by a vitamin E solution (calculated at 100 mcg per g of meat) immediately before storage. The shelf life of meat is 210 days. It has been established that the intensive accumulation of the secondary lipid peroxidation products begins from the 90th day in the goose meat during its storage. In the goose diet a double increase of the vitamin E has contributed a significant (by 27.6%, $p \leq 0.05$) TBA-AP decrease in the first meat test sample in comparison with the control group at the end of the experiment.

The addition of vitamin E to the diet of geese has contributed the stabilization of the antioxidant pool in their meat. It has been confirmed by a 1.88-fold lower level of TBA-AP upon initiation of peroxide oxidation of Fe^{2+} and by the higher coefficient of antioxidant activity (36.0%, $p \leq 0.05$) in this sample in comparison with the control on the 210th day.

At the end of the experiment, the vitamin E content is higher 41.7 % ($p \leq 0.01$) in the first sample than in the control, β -carotene - 15.0 % ($p \leq 0.05$), and vitamin А is at the level of the control sample. Processed goose meat with a solution of vitamin E also provides reliable inhibition of peroxidation processes during the first half of the experiment.

However, at the end of the experiment the content of TBA-AP reaches the level of the corresponding control indices in the 2nd test sample of meat. From the 120th day, there has been the more intensive use of endogenous antioxidants. The antioxidant activity coefficient decreasing to the control level on the 210th day in this meat sample is its conformation. The meat of this sample differs by a higher content of β -carotene from the control sample significantly (by 13.5%, $p \leq 0.05$). Thus, to obtain a prolonged antioxidant effect during low-temperature storage of meat it is more advisable to add vitamin E to the diet of geese in the pre-slaughter period.

Key words: geese, meat storage, lipoperoxidation products, antioxidant activity, vitamins E, А, β -carotene.

Надійшла 10.10.2019 р.



ДАНЧЕНКО О.О., ID <https://orcid.org/0000-0001-5049-3446>
ЗДОРОВЦЕВА Л.М., ID <https://orcid.org/0000-0001-8682-9546>
ДАНЧЕНКО М.М., ID <https://orcid.org/0000-0001-7555-6511>
ГАПОНЕНКО Т.М., ID <https://orcid.org/0000-0001-6695-8981>
КОЛЯДЕНКО В.В., ID <https://orcid.org/0000-0002-0949-1374>

ЕКОЛОГІЯ

УДК 550.424: 631.574:504.064.47

SHEVCHUK T.V.

Vinnitsa National Agrarian University

DOROSHKEVICH N.F.

Vinnitsa branch of the State enterprise "State Plant Protection"

MIGRATION OF TOXIC METALS FROM VEGETABLE WASTE IN COMPOST

The article presents the results of studies of the heavy metals transformation from the raw plant materials (dry leaf, lawn grass, vegetable wastes) in the process of composting using the Californian worm. It is known that in cities during the growing season, a large number of fallen leaves is accumulated. It is a valuable raw material for fuel production; it is an excellent thermal insulator, it is considered to be a good mulch and can be recycled. We have developed a humus technology based on vegetable waste (fallen leaves) with the help of a Californian worm. Before composting, the concentration of heavy metals (lead, cadmium, copper and zinc) was determined in foliage collected from the streets of Vinnitsa. Analyzes showed that the background of these metals in plant waste did not exceed the maximum permissible norms. It has been experimentally proved that composting involves the conversion of heavy metals from fallen leaves to the body of the Californian worm and removing them as insoluble components in the lower compass. In addition, it has been experimentally established that during the composting period various heavy metals showed uneven migration and transformation in a soluble form. The most active was adsorption and removal of zinc compost. It was found that humic water-soluble compounds convert more than 78% of the total zinc that was contained in the composted substrate. The least mobile compound was lead. However, even such a metal, as lead, during 150 days of composting by the California worm, turned into 40% soluble form and migrated to the lower layers of humic liquids. Thus, the processing of vegetable waste from cities (fallen leaves, lawn grass, garbage disposal, etc.) by composting using growing worms will not only solve the social problem of utilization, but will also contribute to increasing environmental safety and economic efficiency.

Key words: heavy metals, transformation, California worms, compost, vegetable waste, utilization.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-145-151

Introduction. The problem of utilization of plant waste today is acutely concerned by the municipal services of many cities in the world [1, 15]. Dry leaves, waste from green farms, greenery businesses, accumulate in garbage, and dump gases or burn. The ecological consequences of the inefficient disposal of such waste are obvious: littering the territories of cities, increasing the use of raw materials, pollution of soil and air by toxic products of combustion and heavy metals. In particular, when burning one ton of plant residues in air, up to 9 kg of micro particles of smoke is discharged into the air. These include dust, nitrogen oxides, carbon monoxide, heavy metals and a number of carcinogenic compounds, as well as dioxin and dioxin – one of the most toxic substances for humans. Getting into the human body, they suppress the immune system, destroy hormones and vitamins, and create favorable conditions for the formation of malignant neoplasms. Particularly dangerous the autumn burning of smoke leaves for children with a sensitive immune system, elderly people with cardiovascular, allergic diseases and respiratory problems, especially asthmatics [11].

Studies show that in areas where burning dry leaves in the last 20 years, soil fertility has decreased by 4 times. In addition, with dry leaves, we destroy biological enemies of aphids and other pests of trees. However, larvae of pests remain in the cortex until a new vegetation of trees emerges [13].

In addition, it is noted that in most cases, autumn leaves very can quickly become a mixture of leaves and various household rubbish, which during the winter actively accumulate, mixing with leaves and creating a favorable place for rats and dangerous infections, which they spread. As for the methods of using fallen leaves, the views of ecologists can diverge. Some people are advised to leave leaves in parks at all to rot and feed the soil; others suggest collecting in special compost pits, although in this case, heavy metals will still remain in the soil [9].

Analysis of recent publications. According to the definitions of the data of the Law of Ukraine "On Waste", household waste is waste that is formed during the life and activity of man in residential and non-residential buildings (solid, large-sized, repair, liquid, in addition to waste associated with the production activities of enterprises), and not used at the place of their accumulation; solid waste - residues of substances, materials, objects, products that cannot be used for future purposes, such as food, household goods, packaging materials [16]. Dry leaves, branches, weeds are not the part of household waste and are not the subject for collection, storage, removal and burial with household waste. Therefore, utilization of vegetable waste has its own specifics.

Foreign experience shows that leaves and trees that lean from the lawn can be left on the soil for natural biofermentation. For example, treatment of fallen leaves in the USA. Polish experience shows that the most effective is the collection and evacuation of plant waste to landfills and composting in the city in composters. In Germany, for example, from dry leaves the briquettes for biofuels are produced, which is three times cheaper than methane. In the UK, they have learned how to produce environmentally friendly fuel based on dry fallen leaves and wax [2, 9, 14, 17].

The first experience of environmentally friendly recycling of plant waste is in separate cities of Ukraine. In particular, in 2007, a "Program for the recycling of vegetable waste" was developed in Kyiv. Now in all districts of the capital, only one method of "struggle" with leaves - composting is distributed. The significance of compost contains the chemical compounds required for plants. For composting the leaves are in a heap width of 2 meters and a height of 1,7 m, the basis of this mass is enclosed almost 25 centimeters of soil layer. All subsequent layers of leaves should not exceed 30 cm. They are sprinkled with earth and, at certain intervals, are pushed. Compost is considered to be ready if it has turned into a homogeneous dark lump mass [3, 5].

The Dnieper authorities offered their idea of solving the problem of fallen leaves: squeeze to briquettes and use them to heat the premises. In Cherkassy people start to process leaves on briquettes [4]. A similar program operates in Ivano-Frankovsk [8]. To do this, special containers have been installed in urban parks, in which organic rubbish turns into fertilizer. Now, leaves, flowers, remains of food and other organic waste in Cherkassy parks do not need to be burned or taken to the landfill. All organic waste is sent to special containers in which they are converted into organic fertilizers. A year later, this fertilizer is planned to be used for plant nutrition in parks and squares [10].

The "test" compost appeared in StryiPark in Lvov, 18, where the site for collecting large and small waste is located. The Lvov Communal Enterprise «Lviv-spec-communtrans» has installed three-section compost for use in farms. The created reservoir must be completely filled with leaves. And to accelerate the processes of decomposition of compost add a preparation of effective microorganisms [6].

Consequently, the basis for the effective utilization of waste of Ukrainian cities, both legislative and technical, is laid. However, some ecological aspects of the processing of fallen leaves remain unexplored. First of all it concerns the conversion of heavy metals. Therefore, the **purpose** of our research was to determine how the concentration of individual minerals for the processing of fallen leaves on compost with the use of the California worm changes. To do this we set the **task**: to study the chemical composition of fallen leaves and the content of heavy metals in it, to compost with breeding of worms, to study the dynamics of the concentration of heavy metals in the finished compost, compare the obtained data with the compost characteristics of different species.

Materials and methods of research. The experimental part of the work was carried out at the laboratory of the animal feeding and water biological resources department of Vinnitsa National Agrarian University. Samples of plant waste (fallen leaves) were selected for experiment from different sites. They were crushed, dampened to 60-80% moisture, mixed with sand and soil in a ratio of 3:1:2. The mixture contains with breeding of worms in the amount of 10 pieces per 1 kg. Composting was carried out for 150 days. The subject of the study was compost, obtained for utilization of plant waste, and object - the content and transformation of heavy metals. The chemical composition and properties of the material were carried out at the ZNPP of Soil Productivity of NAAS of Ukraine (village Agromic Vinnitsa district of Vinnitsa region). In the samples, the lead, cadmium, copper, zinc and manganese content were determined according to the current standard (GOST 7670: 2014).

The digital material was processed statistically for N. A. Plohinsky (1969). The resulting digital data was processed using the MS EXEL 98 and Windows program, statistically processed by Student.

The results were considered statistically significant at $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$. In the table material of the work the following symbols are taken: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Research results. Conditional for a group of heavy metals are metals with a specific gravity of more than 4.5 g/cm^3 . It is lead, cadmium, mercury, chromium, copper. Metals, and among them heavy metals are widespread in nature, where they are usually in the form of ores, less often - elements. Metals in the form of pure elements, most likely, do not determine the toxic effect, since they are practically insoluble. The exception is volatile metals, for example, the evaporation of mercury, which can penetrate the body through the respiratory apparatus or skin. Toxic properties detect metal compounds that are readily soluble and strongly dissociate. Dissolution and dissociation facilitate the penetration of toxins through the tissue into the body [11].

Like dioxins, which will be discussed below, almost 70 % of toxic metals enters the body along with food. Today, foodstuffs are the subject of intensive international trade, the FAO (Food Organization) and the World Health Organization's Food Code (Codex Alimentarius) have incorporated some heavy metals into the food component. They are under control in international trade. These are the eight most dangerous toxic elements: mercury, cadmium, lead, arsenic, copper, tin, zinc, iron. In Russia, they added seven more: antimony, nickel, chromium, aluminum, selenium, fluorine, iodine (although the last three are not metal at all) [16].

The values of concentrations in excess of the background indicate pollution of the environment. The main source of environmental pollution of heavy metals are various industries. Consequently, the chemical industry (the production of dyes, plant protection products, plastics, dyes) is a source of contamination of arsenic, barium, cadmium, chromium, copper, iron, mercury [11, 14].

Lead, selenium, strontium, tin, titanium, zinc produce various types of industry in the environment. For example, the pulp and paper industry supplies the environment with such metals as chrome, copper, mercury, nickel, lead; electrochemical industry - cadmium, cobalt, chromium, copper, mercury, molybdenum, nickel, selenium, titanium, vanadium, tungsten, zinc; metallurgy industry - iron, cadmium, chromium, copper, mercury, nickel, lead, zinc; ceramic industry - chrome, nickel, copper, cobalt, lead, strontium. Significant sources of heavy metals are power stations and thermal power plants. In the latter case, the complex of heavy metals entering the environment with sewage, with the release of gases and dust, with solid waste, to a large extent depends on the type of processed fuel, coal, oil, gas [12].

In cities, the sources of heavy metals are industrial enterprises and transport. Accumulation of heavy metals on the streets of cities is carried out by air, water, soil and vegetation. For example, the background in the soil of lead is 20,0-40,0, copper - 5,0-15,0, cadmium - 0,05 - 0,7, and zinc - 10,0-125,0 mg/kg depending on the type of soil. Our experiments studied the accumulation of some heavy metals in plant waste (dry leaf, grass of other plant waste) in the city of Vinnitsa. The results of these studies are shown in Table 1. As shown by the results of studies on the background of heavy metals in the investigated substrate did not exceed the maximum allowable standards.

Table 1 – The content of heavy metals in vegetable waste, mg / kg ($M \pm m$, $n=3$)

№ п/п	Indicator	Concentration in recalculation:	
		on a completely dry substance	on natural matter
1	Pb	$2,37 \pm 0,07$	$1,48 \pm 0,03$
2	Cd	$0,45 \pm 0,02$	$0,07 \pm 0,02$
3	Cu	$4,34 \pm 0,27$	$2,17 \pm 0,12$
4	Zn	$81,38 \pm 0,57$	$40,70 \pm 0,29$

One of the types of organic waste utilization of plants is composting. It is known that heavy metals in water, soil and plant residues are in various forms and have different physical and chemical properties. For example, pollution in the form of heavy metals in the aqueous medium serves as solutions, colloids and suspensions. In dissolved form, free ions of hydrate, simple inorganic and organic complexes operate. The diameter of these forms does not exceed 0.001 mg. The ions of metals associated with the complex, a multitude of molecular organic legends' having a particle size in the range of 0.001-0.01 mg, form colloidal forms. Ions of metals are adsorbed on particles of colloidal micelle or organic particles in the size of 0.01-0.1 mg in the form of suspensions. Sedimentation suspensions are

part of the precipitate. The forms of the existence of heavy metals in the aquatic environment depend on the physical and chemical equilibrium, among which the following should be distinguished: reaction formation of complexes, hydrolysis reaction, oxidation and reduction reaction and adsorption and desorption processes, displacement and dissolution reactions. [11].

There are two types of heavy metals in the soil: lithogenic, that is, associated with the material of the parent rock, anthropogenic, that is, those that enter the soil as a result of human activity. In the second case, the adsorption properties of the soil are very significant. They are due to its specific structure: it contains micelles of mineral or organic colloids and soil solution. Soil colloids usually have a negative charge, which facilitates the exchange adsorption of deposition of heavy metal ions from the soil solution to the diffusion layer of the micelle. The adsorption properties of the micelle depend on both the type and the structure of the colloid, and the nature of the cation. The greatest adsorption capacity, which is determined by the so-called adsorption capacity, is characterized by organic colloids. Therefore, for the composting of fallen leaves and other vegetable household wastes, it is necessary to control the contamination of components of the compost mixture with the content of heavy metals. According to our studies, the conversion of heavy metals into compost depended on the composting period and the type of heavy metal (Fig. 1, 2).

Thus, the content of lead in compost with a significant difference decreased after 4 months of composting (the difference was 0.23 mg/kg.). In the 5 months of composting, the pig's level in the mixture increased to 0.94 kg/kg. In our opinion, due to the formation of colloidal micelles and the loss of insoluble forms in the lower layers of the mixture (Fig. 1).

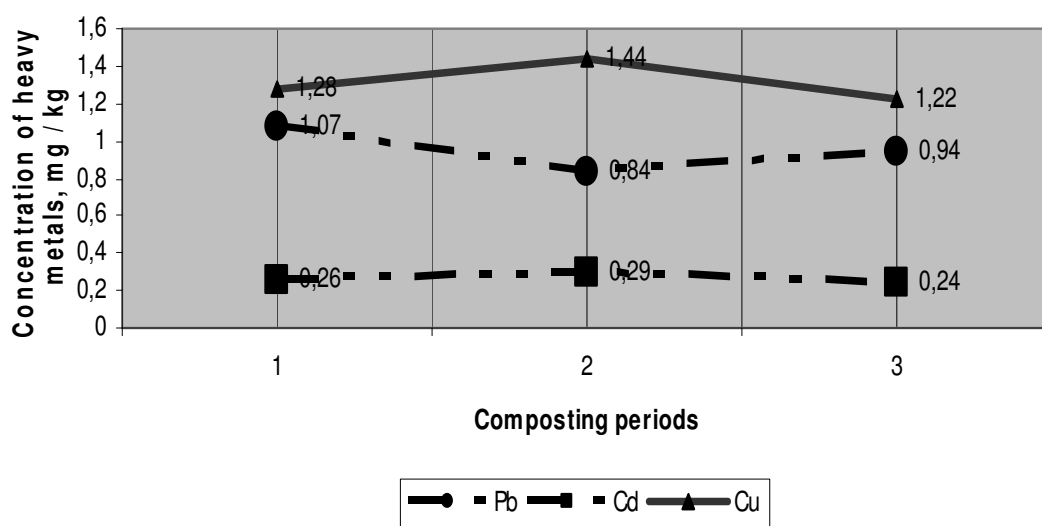


Figure 1. Concentration of lead, cadmium and copper in compost in different periods, mg / kg 1kg of absolutely dry mass (1 to 100 days of composting, 2 to 120 days of composting, 3 to 150 days of composting).

Another was the picture of the migration of cadmium, copper and zinc. These heavy metals accumulated in the compost mass up to 120 days. The difference between copper content in the substrate in 3 months composting and 4 months was 0.16 mg / kg ($p < 0.01$). At the end of composting, the content of cadmium and copper in the substrate was lower compared to the initial level. However, we found that zinc content in the finished compost was greater than in the control sample (Figure 2).

Salt of manganese in the composting of fallen leaves turns gradually into a soluble state. Thus, compared with the initial state of compost for 120 days, the level of manganese has decreased by 0.71 times, and in the finished compost - by 0.66 times.

Migration of heavy metals into compost is determined by adsorption and precipitation of their constituent substrates. We calculated that the largest conversion of heavy metals into the soluble state is 78.37% zinc and copper (71.89%) (Table 2).

Discussion. The use of fallen leaves as raw material for compost has been known since ancient times. To this day, gardeners use tips for recycling vegetable waste. You can use fallen leaves as a heat-insulating material, mulching material, filler for bulk beds. As fertilizer, it is recommended to use

vegetable waste when eating fruit trees. In addition, leaf foliage can be released in composting wells with soil, water and lime, or simply left in special fermentation bags [1, 4, 9]. However, are heavy metals disinfected after composting such waste?

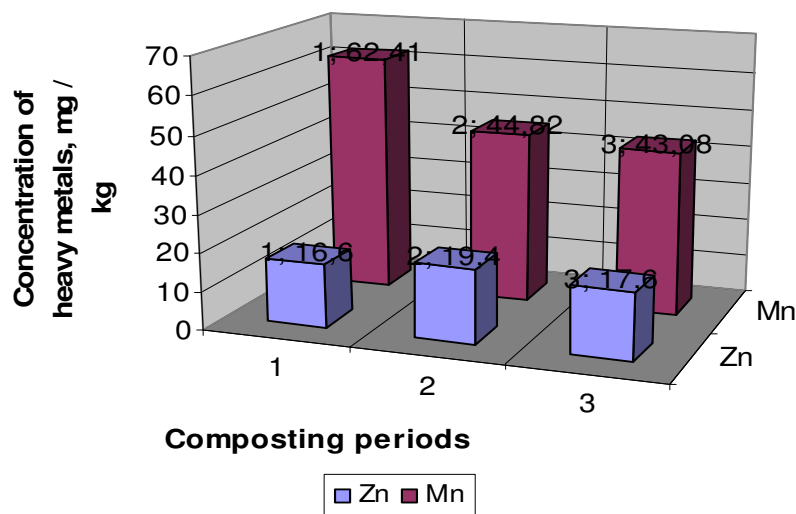


Figure 2. Concentration of zinc and manganese in compost at different periods, mg / kg 1 kg of absolutely dry mass (1 - 100 days of composting, 2-120 days of composting, 3-150 days of composting)

Table 2 – Transformation of heavy metals during the composting of plant wastes using Californian worms ($M \pm n$, $n=3$)

№ п/п	Indicator	Number of transformed into soluble state of metals, mg / kg		Conversion rate of heavy metals,% (to the original content in vegetable waste)
		in dry matter	in the natural substance	
1	Pb	$1,43 \pm 0,03$	$0,69 \pm 0,03$	60,34
2	Cd	$0,21 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,003$	46,67
3	Cu	$3,12 \pm 0,09$	$1,51 \pm 0,01$	71,89
4	Zn	$63,78 \pm 2,65$	$30,86 \pm 0,89$	78,37

Our studies have shown that waste from the city (fallen leaves, vegetable waste, garden waste, etc.) contain heavy metals: lead, cadmium, copper and zinc within acceptable limits. The prohibition of combustion of such wastes on the territory of Ukraine contributed to the reduction of migration in the form of oxides in the air of heavy metals. Therefore, the search for ecological methods of utilization of vegetable waste is urgent. We proposed a biological method for utilizing plant waste using composting using the Californian worm. As a result of semi-annual composting, there is a mixture of fallen leaves with moist soil and sand, which translates a part of heavy metals into a soluble state. It was found that the most mobile were such metals as copper and zinc. An explanation for this can be found in the reports of scientists on the high adsorption capacity of humic acids and fulvic acids [12, 14, 16]. According to scientists, their adsorption capacity is, respectively, 200-300 and 400-500 mill equivalents per 100 g substrate.

The specificity of the conversion of heavy metals from vegetable waste during composting to the substrate is their physical and chemical properties. Therefore, they differed in the level of migration, the transition to a soluble state and differently derived from compost with humic fluid.

Conclusions. Vegetable waste of cities (dry leaves, lawn grasses, waste of landscape firms) is an excellent source for composting, but heavy metals accumulate. It was established that lead, cadmium, copper and zinc in waste products of vegetable origin in the city of Vinnitsa did not exceed norms.

With the use of the progressive method of composting the dry leaf with the aid of the California worm, heterogeneous migration of heavy metals was observed. It was found that compared to leaves the compost contained 78% less zinc, 71% less copper, 60% lead and 47% cadmium.

In the future, our research will focus on the development of optimal waste recycling technology and the development of technological solutions for the use of products for the processing of fallen leaves for greenhouses, boiler houses, public institutions.

LIST OF REFERENCES

1. Еколого-економічні питання утилізації опалого листя на територіях міста / Д'яконов В.І. та ін. Комунальне господарство міст, 2016. Вип. 129. С. 51–55.
2. Шкідливі якості опалого листя: довідник цікавих фактів та корисних знань. URL: <https://dovidka.biz.ua> (дата звернення: 20.11.2018).
3. Ільницька Т. Гроші – під ногами. URL: <https://day.kyiv.ua> (дата звернення: 04.10.2018).
4. Комплексна програма охорони навколишнього природного середовища м. Дніпропетровськ на 2011–2015 рр. Дніпропетровськ, 2011. 11 с.
5. Лисинюк О. Опале листя — не сміття. На прибиранні рослинних відходів можна заробити. URL: <http://kreschatic.kiev.ua/ua/3777/art/1286474426> (дата звернення: 08.10.2010).
6. Терендій М. Опале листя – це добриво, а не сміття. URL: <http://www.lvivpost.net/lvivnews/n/43437> (дата звернення: 03.11.2018).
7. Мисник О. Ф., Литвиненко А. О. Забрудненість питної води солями важких металів та вилучення їх з розчинів наноккомпозитом цирконію оксиду. Scientific Journal «ScienceRise: Biological Science», 2016. №1(1). С. 31–39.
8. ПрАТ «Зелене господарство». Куди франківці можуть здати опале листя. URL: <http://www.blitz.if.ua/kudy-frankivci-mozhut-zdaty-opale-lystya.html> (дата звернення: 27.11.2014).
9. Сазанова Е.Э. Способ утилизации органических отходов для получения биогумуса в условиях города. Проблемы сбора, переработки та утилизации відходів: зб. матер. конф. Одеса: ТОВ «ІНБАЦ», 2007. 200с.
10. У Черкасах опале листя перетворюють на добриво. URL: <https://ukr.segodnya.ua/regions/others/v-cherkassah-opavshie-listya-prevrashchayut-v-udobrenie-1188059.html> (дата звернення: 12.11.2018).
11. A Dictionary of Chemistry. Oxford University Press, 2000. Oxford Reference Online. Oxford University Press.
12. Ali Mekki and Sami Sayadi. Study of Heavy Metal Accumulation and Residual Toxicity in Soil Saturated with Phosphate Processing Wastewater. Water Air Soil Pollut. 2017. 228(6). 215 p. Doi:<http://doi:10.1007/s11270-017-3399-0>.
13. Nutritional ecology of heavy metals. Animal/ Hejna M and et. 2018. Oct.12(10). P. 2156–2170. Doi: <http://doi:10.1017/S175173111700355X>.
14. John H. Duffus. „Heavy metals“ a meaningless term? (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry. 2002. Vol. 74. P. 793–807. Doi: <http://doi:10.1351/pac200274050793>.
15. Soil Heavy Metal Pollution and Risk Assessment in Shenyang Industrial District, Northeast China/Xudong Jiao and et. Chemosphere. 2019. Feb. 216. P.449–462. Doi:<http://doi:10.1016/j>.
16. Biomass Fuel Based on Dead Leafs / Zaporozhets O.V. and et. Proceeding of the National Aviation University. 2010. no. 1. P.185–90.
17. Zhongmin Ji.A., Siyue Li., Li Wang. Assessment of soil heavy metals for eco-environment and human health in a rapidly urbanization area of the upper Yangtze Basin. Scientific Reports. 2018. Vol. 8. P. 32–36.

REFERENCES

1. D'iakonov, V. I. (2016). Ekologo-ekonomichni pytannia utylizatsii opaloho lystia na terytoriiakh mista [Ecological and economic issues of utilization of fallen leaves on the territory of the city]. Komunalne hospodarstvo mist [Municipal economy of cities], Issue 129, pp. 51–55.
2. Shkidlyvi yakosti opaloho lystia: dovidnyk tsikavykh faktiv ta korysnykh znan [The harmful qualities of fallen leaves: a directory of interesting facts and useful knowledge]. Available at: <https://dovidka.biz.ua> (Accessed 20.11.2018).
3. Ilynska, T. Hroshi – pid nohamy [Money under your feet]. Available at: <https://day.kyiv.ua/uk/profile/tetyana-ilnicka> (Accessed 04.10.2018).
4. Kompleksna prohrama okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha m. Dnipropetrovska na 2011-2015 rr. (2011). [Integrated Environmental Protection Program of Dnipropetrovsk for 2011-2015]. Dnipropetrovsk, 11p.
5. Lysniuk, O. (2010). Opale lystia – ne smittia [Dry leaves are not rubbish]. Available at: <http://kreschatic.kiev.ua/ua/3777/art/1286474426> (Accessed 08.10.2010).
6. Terendii, M. Opale lystia – tse dobrovyo, a ne smittia [Dry leaves are fertilizers, not garbage]. Available at: <http://www.lvivpost.net/lvivnews/n/43437> (Accessed 03.11.2018).
7. Mysnyk, O.F., Lytvynenko, A.O. (2016). Zabrudnenist pytnoi vody soliamy vazhkykh metaliv ta vyluchennia yikh z rozchyniv nanokompozitom tsyrkoniiu oksydu [Pollution of drinking water by salts of heavy metals and their extraction from solutions of nanocomposite of zirconium oxide]. Scientific Journal (Science Rise: Biological Science). no. 1(1), pp. 31–39.
8. PrAT «Zelene hospodarstvo» [PJSC “Green Economy”] (2014). Kudy frankivtsi mozhut zdaty opale lystia [Where the inhabitants of Ivano-Frankivsk region can dispose of dry leaves]. Available at: <http://www.blitz.if.ua/kudy-frankivci-mozhut-zdaty-opale-lystya.html> (Accessed 27.11.2014).
9. Sazanova, E.Ye. (2007). Sposob utylyzatsyy orhanycheskykh otkhodov dlia poluchenyia byohumusa v usloviakh horoda [The method of disposal of organic waste to produce biohumus in the city]. Problemy zboru, pererobky ta utylizatsii vidkhodiv: Zb. mater. konf. [Problems of collection, recycling and utilization of waste: Sb. mater conf.]. Odessa: LLC "INVATS", pp. 200–212.
10. U Cherkasakh opale lystia peretvoruiut na dobrovyo [In Cherkassy, leaves are turned into fertilizers]. Available at: <https://ukr.segodnya.ua/regions/others/v-cherkassah-opavshie-listya-prevrashchayut-v-udobrenie-1188059.html> (Accessed 12.11.2018).
11. A Dictionary of Chemistry. Oxford University Press, 2000. Oxford Reference Online. Oxford University Press.
12. Ali Mekki and Sami Sayadi. (2017). Study of Heavy Metal Accumulation and Residual Toxicity in Soil Saturated with Phosphate Processing Wastewater. Water Air Soil Pollut. 228(6), 215 p. Available at: <http://doi:10.1007/s11270-017-3399-0>.

13. Nutritional ecology of heavy metals. Animal / Hejna M and et. 2018, Oct. 12(10), pp. 2156–2170. Available at: <http://doi:10.1017/S175173111700355X>.
14. John, H. Duffus. (2002). „Heavy metals“ a meaningless term? (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry. Vol. 74, pp. 793–807. Available at: <http://doi:10.1351/pac200274050793>.
15. Soil Heavy Metal Pollution and Risk Assessment in Shenyang Industrial District, Northeast China / Xudong Jiao and et. Chemosphere. 2019, Feb. 216, pp. 449–462. Available at: <http://doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.02.016>.
16. Biomass Fuel Based on Dead Leaves / Zaporozhets, O.V. and et. Proceedings of the National Aviation University. 2010, no. 1, pp. 185–190.
17. Zhongmin, Ji.A., Siyue, Li., Li, Wang. (2018). Assessment of soil heavy metals for eco-environment and human health in a rapidly urbanization area of the upper Yangtze Basin. Scientific Reports. Vol. 8, pp. 32–36.

Трансформація важких металів у рослинних відходах міста при вермикомпостуванні

Шевчук Т.В., Дорошкевич Н.Ф.

У статті подано результати досліджень трансформації важких металів у рослинних побутових відходах (опалому листі) в процесі компостування за допомогою каліфорнійського черв'яка. Відомо, що в містах за вегетаційний період накопичується велика кількість опалого листя. Воно є цінною сировиною для виробництва палива, чудовим теплоізолятором, добрим сидератом та може підлягати вторинній переробці. Нами була розроблена технологія виробництва гумусу на основі рослинних побутових відходів (опале листя) за допомогою каліфорнійського черв'яка. Перед компостуванням визначали концентрацію важких металів (свинцю, кадмію, міді та цинку) в зібраному з вулиць міста Вінниця листі. Аналізи показали, що фон цих металів у рослинних відходах не перевищував гранично допустимі норми. Експериментально доведено, що за компостування відбувається трансформація важких металів з опалого листя у тіло каліфорнійського черв'яка та виведення їх у вигляді нерозчинних компонентів у нижчих шарах ложа компостера. За періодами компостування різні важкі метали трансформувалися та мігрували по-різному. Про це свідчать результати вивчення вмісту свинцю, кадмію, міді, цинку та марганцю на початку ферментації, після 100, 120 та 150 діб компостування. Достовірне зниження вмісту свинцю в компості на 0,23 мг/кг у субстраті було виявлено на 120-у добу компостування. Наприкінці біоферментації в компості рівень кадмію, міді та марганцю знизився відповідно на 8,5 та 31 %. Крім того, експериментально встановлено, що за період компостування різні важкі метали проявляли неоднакову міграційну здатність та трансформацію у розчинні форми. Найбільш активно проходила адсорбція та виведення з компосту цинку. Встановлено, що в гумінові розчинні у воді сполуки трансформувалося більше 78 % усього цинку, який містився в компостованому субстраті. Найменш мобільними виявилися сполуки свинцю. Проте навіть такий метал як свинець, за 150 діб компостування за допомогою каліфорнійського черв'яка, на 40 % переходив у розчинну форму та мігрував у нижні шари ложа з гуміновими рідинами. Тому вторинна переробка рослинних відходів міст (опалого листя, газонної трави, відходів садово-паркового господарства тощо) шляхом компостування з використанням вермікультури дозволить не тільки вирішити соціальну проблему утилізації, але й сприятиме підвищенню екологічної безпеки та економічної ефективності.

Ключові слова: важкі метали, трансформація, каліфорнійські черв'яки, компост, рослинні відходи, компостування.

Трансформация тяжелых металлов в растительных отходах города при вермикомпостировании

Шевчук Т.В., Дорошкевич Н.Ф.

В статье представлены результаты исследований трансформации тяжелых металлов из растительных отходов города (опавые листья) в процессе компостирования при помощи калифорнийского червяка. Известно, что растительные отходы являются ценным сырьем для производства топлива, служат хорошим теплоизолятором, прекрасным сидерантом и могут вторично перерабатываться. Нами была разработана технология производства гумуса на основе растительных отходов города с использованием вермиккультуры (разведения калифорнийского червяка). Перед компостированием определяли концентрацию тяжелых металлов (свинца, кадмия, меди и цинка) в собранной с улиц города Винница листве. Анализы показали, что фон этих металлов в растительных отходах не превышал предельно допустимые нормы. Экспериментально установлено, что при компостировании происходит трансформация тяжелых металлов из растительных отходов с последующим выведением в нижние слои ложа в виде растворимых соединений. Кроме того, выявлено, что за период компостирования разные тяжелые металлы проявляли неодинаковую миграцию и трансформацию в растворимые формы. Наиболее активно проходила адсорбция и выведение из компоста цинка. Установлено, что в гуминовые растворимые в воде соединения трансформировалось более 78 % всего цинка, который содержался в компостированном субстрате. Наименее мобильными оказались соединения свинца. Однако даже такой тяжелый металл как свинец, за 150 суток компостирования с использованием калифорнийского червяка, на 40 % перешел в растворимую форму и мигрировал с гуминовой жидкостью. Поэтому вторичная переработка растительных отходов города (опавших листьев, газонной травы, отходов садово-парковой деятельности и др.) путем компостирования с использованием калифорнийского червяка может не только решить социальную проблему утилизации, но и способствовать повышению экологической безопасности и экономической эффективности.

Ключевые слова: тяжелые металлы, трансформация, калифорнийские червяки, компост, растительные отходы города.

Надійшла 26.09.2019 р.



SHEVCHUK T.V., ORCID/000-0003-3859-0264, Resercherid: L-4213-2018.

Наукове видання

**Технологія виробництва
і переробки продукції тваринництва**

Збірник наукових праць

№2 (150) 2019

*Редактор – І.М. Вергелес
Комп'ютерне верстання: С.І. Сидоренко*

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

КВ №15169-3741Р від 03.03.2009р. №1-05/1

Формат 60×84¹/₈. Ум.др.арк. 17,67. Зам. 6962. Тираж 300.

Підписано до друку 17.12.2019 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.