

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

Збірник наукових праць

№ 2 (158) 2020

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва = Animal Husbandry Products Production and Processing : збірник наукових праць. №2 (158) 2020. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2020. 145 с. DOI 10.33245

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

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 10 від 24.11.2020 р.)

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

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., Аграрний університет, Пловдив, Болгарія
Попова Т., д-р філософії, проф., Інститут тваринництва, Костинброд, Болгарія
Розпутний О.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Соболєв 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., Agrarian University, Plovdiv, 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., Аграрный университет, 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, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

ЗМІСТ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

Цехмістренко О. С. Біологічні методи синтезу наночастинок селену, їх характеристики та властивості (огляд).....	6
Aamir Iqbal, Abdul Qudoos, Ismail Bayram, Olena Tytariova, Oksana Tsekhmistrenko, Mykhailo Slomchynskyi, Serhii Babenko. Enhancing immunity level by using phytogetic feed additives in animal diets (review)(Підвищення рівня імунітету за допомогою фітогенних кормових добавок у раціоні тварин).....	21
Qiao Yingying, Kyselov Oleksandr, Liu Changzhong. Effects of ambient temperature on body size and organ development in broilers (Вплив температури навколишнього середовища на розмір тіла і розвиток органів у бройлерів).....	28
Lastovska I. O., Pirova L. V., Kosior L. T., Borsch O. O., Borshch O. V. Comparative assessment of fattening qualities of rabbits of different breeds under the conditions of the private farm (Порівняльне оцінювання відгодівельних якостей кролів різних порід в умовах приватного господарства).....	36
Михалко О. Г., Повод М. Г. Річна динаміка параметрів мікроклімату цеху опоросу за різних систем вентиляції.....	44
Войтенко С. Л., Сидоренко О. В. Вплив природно-кліматичної зони на продуктивність худоби української чорно-рябої молочної породи.....	58
Супрун І. О. Стан і перспективи застосування генетичних ресурсів конярства в Україні.....	66
Кушнір І. І. Вплив рН і різних концентрацій солі та жовчі на ріст ентерококів, виділених з природних еконіш.....	76
Плиска А. Ю., Ібатуллін І. І. Яєчна продуктивність перепілок за згодовування різних рівнів сухої післяспиртової барди у складі комбікормів.....	82
Ладика В. І., Склярєнко Ю. І., Павленко Ю. М. Характеристика генетичної структури плідників лебединської породи за генами бета- (CSN2) та капа-казеїну (CSN3).....	88
Разанов С. Ф., Недашківський В. М., Вергеліс В. І. Вплив температурних параметрів і тривалості цвітіння ріпаку озимого на продуктивність бджолиних сімей.....	97
Луценко М. М., Кудлай І. М. Ресурсоощадна технологія вирощування ремонтного молодняку.....	103
Бондаренко Л. В. Клітинний захист організму відлучених поросят за дії пробіотика.....	111

ЕКОЛОГІЯ

Чала О. С., Чалий О. І., Нагорний С. А. Математична модель прогнозування накопичення важких металів у продукції свинарства.....	120
--	-----

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Вовкогон А. Г., Надточій В. М., Роль Н. В., Мерзлова Г. В., Слюсаренко А. О., Слюсаренко С. В., Чернюк С. В., Качан А. Д., Недашківський В. М. Встановлення критичних контрольних точок за системою НАССР за виробництва вершкового масла методом збивання.....	128
Федорченко М. М. Перетравність поживних речовин і баланс Нітрогену в кролів залежно від кількості кормової добавки у комбікормі.....	139

CONTENT

TECHNOLOGY OF MANUFACTURE AND PROCESSING PRODUCTION OF ANIMALS

Tsehmistrenko O. The Biological methods of selenium nanoparticles synthesis, their characteristics and properties (review).....	6
Aamir Iqbal, Abdul Qudoos, Ismail Bayram, Olena Tytariova, Oksana Tsekhmistrenko, Mykhailo Slomchynskyi, Serhii Babenko. Enhancing immunity level by using phytogetic feed additives in animal diets (review).....	21
Qiao Yingying, Kyselov Oleksandr, Liu Changzhong. Effects of ambient temperature on body size and organ development in broilers	28
Lastovska I. O., Pirova L. V., Kosior L. T., Borsch O. O., Borshch O. V. Comparative assessment of fattening qualities of rabbits of different breeds under the conditions of the private farm	36
Mykhalko O., Povod M. Season dynamics of microclimate parameters in the premises for keeping suckling sows farm with different ventilation systems	44
Voitenko S., Sydorenko O. The influence of the natural-climate zone on the cattle productivity of Ukrainian Black-and-White Dairy breed.....	58
Suprun I. The Prospects of genetic resources of horse using in Ukraine.....	66
Kushnir I. The influence of the ph and various concentrations of salt and bile on the growth of enterococci isolated from natural ecosystems	76

Plyska A., Ibatullin I. The egg productivity of quails for feeding different levels of dry post-alcohol bard in composition of feed	82
Ladyka V., Sklyarenko Y., Pavlenko Y. Characteristics of the genetic structure of bulls of lebedinian breed by beta- (CSN2) and capa-casein genes (CSN3).....	88
Razanov S., Nedashkivsky V., Verhelis V. The Productivity of bee colonies on different temperature parameters and duration of the winter rape flowering period.....	97
Lutsenko M., Kudlay I. The Resource-saving technology of growing repair young stock.....	103
Bondarenko L. The cell protection of weated pigs for probiotics.....	111

ECOLOGY

Chala O., Chaly O., Nagorny S. The mathematical model for forecasting the accumulation of heavy metals in pig production.....	120
--	-----

FOOD TECHNOLOGY

Vovkogan A., Nadtochiy V., Rol N., Merzlova H., Sliusarenko A., Sliusarenko S., Chernyuk S., Kachan A., Nedashkivsky V. Setting the critical control points according to the HACCP system for the production of butter by whipping cream.....	128
Fedorchenko M.M. Digestiveness of nutrients and nitrogen balance in rabbits with different quantities of feed additives in feed	139

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Цехмистренко О.С. Биологические методы синтеза наночастиц селена, их характеристики и свойства (обзор).....	6
Aamir Iqbal, Abdul Qudoos, Ismail Bayram, Olena Tytariova, Oksana Tsekhmistrenko, Mykhailo Slomchynskyi, Serhii Babenko. A review-enhancing immunity level by using phytogetic feed additives in animal diets (review) (Повышение уровня иммунитета с помощью фитогенных кормовых добавок в рационе животных).....	21
Qiao Yingying, Kyselov Oleksandr, Liu Changzhong. Effects of ambient temperature on body size and organ development in broilers (Влияние температуры окружающей среды на размер тела и развитие органов у бройлеров).....	28
Lastovska I. O., Pirova L. V., Kosior L. T., Borsch O. O., Borshch O. V. Comparative assessment of fattening qualities of rabbits of different breeds under the conditions of the private farm (Сравнительная оценка откормочных качеств кроликов разных пород в условиях частного хозяйства).....	36
Михалко А.Г., Повод Н.Г. Сезонная динамика параметров микроклимата в помещениях свинарника маточника при разных системах вентиляции.....	44
Войтенко С.Л., Сидоренко Е.В. Влияние природно-климатической зоны на продуктивность скота украинской черно-пестрой молочной породы.....	58
Супрун И.А. Состояние и перспективы использования генетических ресурсов коневодства в Украине.....	66
Кушнир И.И. Влияние рН и разных концентраций соли и желчи на рост энтерококков, выделенных с природных экосистем.....	76
Плыска А.Ю., Ибатуллин И.И. Яичная продуктивность перепелов при скормливании разных уровней сухой посеспиртовой барды в составе комбикормов.....	82
Ладька В.И., Скляренко Ю.И., Павленко Ю.Н. Характеристика генетической структуры производителей лебединской породы по генам бета- (CSN2) и каппа-казеина (CSN3).....	88
Разанов С.Ф., Недашковский В.М., Вергелис В.И. Продуктивность пчелиных семей по разным температурным параметрам и длительности периода цветения рапса озимого.....	97
Луценко М.М., Кудлай И.М. Ресурсосберегающая технология выращивания ремонтного молодняка.....	103
Бондаренко Л.В. Клеточная защита организма поросят при отъеме под влиянием пробиотика	111

ЭКОЛОГИЯ

Чала А.С., Чалый А.И., Нагорный С.А. Математическая модель прогнозирования накопления тяжелых металлов в продукции свиноводства.....	120
---	-----

ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Вовкогон А.Г., Надточий В.Н., Роль Н.В., Мерзлова Г.В., Слюсаренко А.А., Слюсаренко С.В., Чернюк С.В., Качан А.Д., Недашковский В.М. Установление критических контрольных точек по системе HACCP при производстве сливочного масла способом сбивания.....	128
Федорченко М.М. Переваримость питательных веществ и баланс азота у кроликов в зависимости от количества кормовой добавки в комбикорме.....	139

УДК 636.087.72

Біологічні методи синтезу наночастинок селену, їх характеристики та властивості

Цехмістренко О.С. 

¹Білоцерківський національний аграрний університет

 tsekhmistrenko-oksana@ukr.net



Цехмістренко О.С. Біологічні методи синтезу наночастинок селену, їх характеристики та властивості. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 6–20.

Cehmistrenko O.S. Biologichni metody syntezu nanochastynok selenu, i'h harakterystyky ta vlastyvoli. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytva i pererobky produkciï tvarynnytva», 2020. № 2. PP. 6–20.

Рукопис отримано: 10.07.2020р.

Прийнято: 24.07.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-6-20

Вступ

Нанотехнології є новітніми технологіями, що впливають на кожну сферу життя [34]. За прогнозами, нанотехнології змінять підходи у відновленні навколишнього середовища [80], змінять медичні послуги внаслідок застосування нових методів аналізу захворювань та профілактики, лікування, доставки ліків та генної терапії [41, 63, 84, 99]. Нанотехнології впливають на забезпечення екологічно сприятливих альтернативних джерел енергії, які є майже невичерпними та не продукують парникових газів на відміну від викопного палива [4]. Використання нанотехнологій підвищує швидкість теплопередачі у фотоелектричних / теплових (PV / T) системах, модифікує структури PV, що

Нанотехнології впливають на кожну сферу життя, змінюють підходи у відновленні навколишнього середовища, впроваджують нові методи аналізу захворювань та профілактики, лікування, доставки ліків та генної терапії, впливають на забезпечення екологічно сприятливих альтернативних джерел енергії, підвищують урожайність сільськогосподарських культур та продуктивність тварин і птиці. Розглянуто фізичні, хімічні, біологічні методи синтезу наночастинок, селену зокрема, їх властивості та чинники, що беруть участь у відновленні йонів металів до наночастинок. Розглянуто обмеження синтезу наночастинок, притаманні біологічному методу (ідентифікація та виділення біоактивного фрагмента, відповідального за біомінералізацію йонів металів, аналіз способів розроблення окремих наночастинок), та чинники, що сприяють інтенсифікації виробництва наночастинок (оптимізація рН, температури, тривалості контакту, ступеня змішування, концентрації солі та зміни загального заряду функціональних органічних молекул на клітинній стінці). Доведено, що ці чинники ще під час синтезу впливають на розмір, морфологію, склад наночастинок та їх ефективність. Підсумовано модель зеленого синтезу з використанням фізико-хімічних засобів та їх біомедичні застосування. Зазначено організми, що використовуються для синтезу NPs – наземні та морські бактерії, бактеріальні позаклітинні полімерні речовини у вигляді біоредуктантів, гриби, дріжджі, водорості, віруси, мікроорганізми. Описано біохімічні способи боротьби мікроорганізмів із токсичністю металів під час синтезу нанопродукції та чинники, що обумовлюють токсичність металів, перетворюваних на наночастинки (розмір, форма, покривальний агент, щільність наночастинок та тип патогена). Доведено біологічне значення селену та особливості його впливу на організм у нанорозмірній шкалі.

Ключові слова: нанотехнології, наноселен, бактерії, зелений синтез, ферменти.

поліпшує їх характеристики [4]. У сільському господарстві також широко використовують нанотехнологічні методи для підвищення врожайності сільськогосподарських культур [69], підвищення продуктивності тварин та птиці, трансформування біомаси, утворення наноносіїв, дезінфікуючих засобів та проведення біоремедіації [10, 63, 79, 85, 96]. Використання нанотехнологічних методів дає змогу підвищити дохідність, продуктивність та контролювати забруднення довкілля.

Нанотехнології, біонанотехнології: перспективи

Наночастинки металів активно досліджують з біомедичною, біоремедіаційною та біосенсорною метою через їх унікальні властиво-

сті, більше співвідношення площі поверхні до об'єму та вищу ефективність [95], їх синтез біологічним методом – важлива галузь нанобіотехнології [79, 80]. Наразі біологічний синтез має певні обмеження у синтезі наночастинок, основними з яких є всебічне розуміння біотехнологічного синтезу наночастинок [26], ідентифікація та виділення біоактивного фрагмента, відповідального за біомінералізацію йонів металів з використанням біологічних екстрактів, подальший детальний аналіз біохімічного способу розроблення окремих наночастинок [79, 80]. Важливим є розуміння зв'язування активних фрагментів різного біологічного походження з поверхнею наночастинок для забезпечення стабільності, біосумісності [10], контроль розміру та форми наночастинок за їх масштабного виробництва [56, 62]. Культивування наночастинок утруднюється високою вартістю, потребою в енергії, полідисперсністю та низьким виходом наночастинок. Більш рентабельним та стійким до впливу енергії виробництво наночастинок стало б за використання природних активних біомолекул без відновників за кімнатної температури, а виробництво монодисперсних наночастинок з високим виходом – за оптимізації рН, температури, тривалості контакту, ступеня змішування, концентрації солі та зміни загального заряду функціональних молекул [31]. Потребують уточнення і профіль розподілу, кінетика вивільнення, кліренс наноструктур *in vivo* [85], оцінювання біосумісності та біодоступності наноматеріалів [10]. Дослідження процесу ферментації та вивчення біологічних агентів сприятимуть прискоренню процесу рентабельного індивідуального синтезу наноматеріалів.

Методи синтезу наночастинок

Наноматеріалам притаманний феномен розмірного ефекту, що сприяє прояву нових унікальних функцій [56]. Збільшення співвідношення поверхні до об'єму збільшує функції та реакційну здатність поверхневих атомів. До складу наночастинок входять декілька атомів чи молекул різного розміру та форми, зокрема сферичної, шаруватої, кластерної, трубчастої чи стрижневої [62]. Особливу увагу звертають на металеві та металоїдні наночастинки через їх каталітичні, фотокаталітичні, абсорбувальні, оптичні, електричні та магнітні застосування [62]. Наночастинки застосовують у різних галузях промисловості [34], де їх використання сприяє розробленню нових матеріалів та оцінювання їх властивостей способом моделювання розміру частинок, морфології та розподілу [7]. Це сприяє прояву їх протимікробної, протипракової, каталітичної активностей [71,77],

магнітних та оптичних властивостей [46], прискореної взаємодії з іншими молекулами через збільшене співвідношення площі поверхні до об'єму [52] та використанню їх як біохімічних датчиків, каталізаторів, засобів для біоаналізу та доставки ліків [33].

Основними підходами для синтезу наночастинок є нисхідний та висхідний методи [26]. За використання висхідного методу продукт отримують за допомогою поступового збору атомів [36] хімічним або біологічним способом, водночас взаємодія атомів контролюється [2, 20, 21,85, 99].

Нисхідний метод означає подрібнення сипучого матеріалу на дрібні частини з використанням фізичних та хімічних методів [7]. До фізичних методів належать шліфування, фрезерування, термічна абляція та ін. [5, 88], вони є більш затратними та менш продуктивними, ніж хімічні методи [88], до яких належать методи електрохімії, хімічного та фотохімічного відновлення [36]. Хімічні методи потребують менше енергії для відновлення наночастинок та утворення однорідних за формою та розміром частинок [31], однак є екологічно небезпечними через використання реагентів, які характеризуються канцерогенністю, гено- та цитотоксичністю [49], є нестабільними та менш біосумісними [98]. Превалуючим напрямом досліджень синтезу наночастинок є розроблення екологічно чистого біологічного методу, що моделює розмір, морфологію, стабільність та характеристики наночастинок, є економічно ефективним, простим у використанні і нетоксичним [79, 85]. Мікроорганізми є надзвичайно важливими у цій галузі [26,74, 10]. Після зіткнення з йонами металів мікроорганізми накопичують їх усередині клітини чи на клітинній стінці різними методами (рис.1), що зумовлює синтез наночастинок [26, 85]. У сфері біологічного синтезу наночастинок бактерії є більш сфокусованими через їх високу стійкість до металів та виживання у жорстких умовах. Розмір і кінцевий вихід виробництва наночастинок можуть бути оптимізовані за допомогою регулювання рН, температури, концентрації субстрату та тривалості впливу субстрату [26, 35, 39, 68].

Біоопосередкований синтез наночастинок використовує бактерії, актиноміцети, гриби, водорості, віруси та дріжджі [1, 19, 21], є нетоксичним, дешевим та надійним методом синтезу наночастинок різних розмірів, форм, складу, структури та фізико-хімічних властивостей [11, 27], дає змогу синтезувати у водному середовищі з мінімальними витратами.



Рис.1. Схема зеленого синтезу наночастинок.

Бактерії перетворюють йони металів у наночастинок, прості у застосуванні, швидко ростуть, ними легко генетично маніпулювати для біомінералізації йонів металів [60, 85]. Бактерії виробили захисні механізми (внутрішньоклітинна секвестрація, зміна концентрації йонів металів, позаклітинне осадження), щоб впоратися із стресовими умовами, спричиненими високими концентраціями металів [72].

Бактерії синтезують наночастинок металів позаклітинними та внутрішньоклітинними механізмами [85, 92], використовуючи NADH-залежну редуктазу, що постачає електрони і сама окиснюється до NAD^+ [92]. Перенесення електронів із NADH зумовлює біологічне відновлення йонів металів. Здатність синтезувати наночастинок металів мають *Bacillus subtilis* [85, 92], *methane-oxidizing bacteria* [18], *Bacillus safensis* [25], *Lactobacillus kimchicus* [39], *Pseudomonas stutzeri* [78], *Herbaspirillum* [90], *Lysinibacillus* [94], *Enterococcus faecalis* [71]. Синтезовані позаклітинно NPs [88] демонстру-

ють властивості поверхневого плазменного резонансу, антибактеріальну активність широкого спектра дії [79], протипухлинну [22, 39] та каталітичну активність [48, 84].

Відновлення йонів металів у наночастинок залежить від багатьох чинників: органічних функціональних молекул на клітинній стінці, що спричиняють біомінералізацію, pH, складу середовища, концентрації солі металу та температури [72]. Ці чинники ще під час синтезу впливають на розмір, морфологію, склад наночастинок та їх ефективність [31].

Для синтезу NPs використовують як наземні бактерії [14, 93], морські бактерії [26], так і бактеріальні позаклітинні полімерні речовини (EPS) у вигляді біоредуктантів [15, 50].

Для синтезу позаклітинних ферментів і вторинних метаболітів зазвичай використовують *Pleurotus ostreatus* [17], які одночасно використовують для синтезу наночастинок завдяки здатності виробляти низку біологічно активних сполук та наявності високого вмісту

білка [1]. Грибковий біосинтез наночастинок є продуктивнішим, порівнюючи із бактеріальним, більш толерантним до металів зі здатністю зв'язувати йони металів із клітинною стінкою біомаси та біоакумулювати їх [28]. На синтез наночастинок, їх розмір та вихід продукції за участі грибів суттєво впливають рН, концентрації солей та тривалість реакції, однак за позаклітинного синтезу грибами не продукуються домішки, зокрема внутрішньоклітинні білки [17]. Гриби *Penicillium citreonigrum*, *Scopulariopsis brumptii* та *Pleurotus ostreatus* здатні синтезувати наночастинки із протираковою, протимікробною активністю [1] та низкою інших сфер застосування [55].

Крім грибів, для біогенного синтезу наночастинок досліджували дріжджі [16,87, 89], які здатні поглинати і накопичувати високі концентрації йонів токсичних металів із довкілля [98], адаптуються до їх токсичності з допомогою біоосадження, хелатування та внутрішньоклітинної секвестрації [3]. Для екологічного позаклітинного біосинтезу NPs використовують *Candida utilis* NCIM 3469 [89], генетично модифіковані дріжджі *Pichia pastoris* [16], *Candida lusitania* [87], *Candida albicans* isolates [55]. Різниця у розмірах, формі та властивостях наночастинок обумовлена різними механізмами, прийнятими дріжджовими клітинами для синтезу і стабілізації наночастинок.

Як і дріжджі, водорості широко застосовують для біосинтезу наночастинок, зокрема *Chlorella vulgaris* [44, 53], *Sargassum bovinum* [66], *Sargassum tenerrimum* та *Turbinaria conoides* [59]. Морські водорості містять біологічно активні сполуки та вторинні метаболіти, які дають змогу їм діяти як нанофабрики та застосовуються як антиоксиданти, протипухлинні, протидіабетичні, кардіо-, гепатопротектори, противірусні препарати [42].

Віруси мають товсте покриття зовнішньої поверхні капсидними білками, які забезпечують платформу для взаємодії з йонами металів [32]. Ці білки можуть утворювати монодисперсні одиниці високої міцності і можуть бути створені з допомогою генної інженерії. Віруси можуть бути модифіковані для осадження матеріалу, цільової доставки ліків [6] чи синтезу нанокон'югатів та нанокомпозитів з металевими наночастинами для медичних потреб. Рослинні віруси безпечні для застосування в нанотехнологіях завдяки своїй структурній та біохімічній стабільності, простому культивуванню, нетоксичності та непатогенності, однак потребують залучення організму-господаря для експресії білка, досі недостатньо розвинуті процеси їх синтезу.

Вважають, що біосинтез металевих наночастинок залежить від ферментів та білків редуктази, екзополісахариду та хінонів, що переносять електрони [73]. Ферменти та білки, вірогідно, є основним біологічно-активним компонентом, що діє як відновлювальний та обмежувальний агент, а утворення наночастинок є результатом стійкості мікробів до йонів металів. Мікроорганізми для боротьби з токсичністю металів використовують зменшення йонів металів, комплексоутворення, осадження, дисиміляційне окиснення, внутрішньо- та позаклітинні окисно-відновні реакції [85], а у біоредукції металів беруть участь NADH-залежні нітратредуктази [78]. Під час синтезу наночастинок електрони переносяться з допомогою низькомолекулярних окисно-відновних посередників (убіхінол, NAD, кисень/супероксид) чи способом прямої взаємодії між окисно-відновними білками цитохромів с-типу та йоном металу [24].

Бактеріальні екзополісахариди (EPS) являють собою позаклітинно секретовані біомолекули, що здійснюють захист навколишнього середовища, поверхнєве щеплення та міжклітинні взаємодії. EPS здатні відновлювати йони металів для синтезу наночастинок та стабілізувати їх, діючи як закупорювальні засоби [26]. Альдегідні та гемацетальні групи екзополісахаридів діють як біоредукуючі агенти, збільшують ліофільність EPS та безпосередньо впливають на їх взаємодію з іншими полісахаридами та катіонами [9]. Відмічено, щойно йони металів вступають у контакт з EPS, які містять відновні цукри, вони хелатуються, а потім відновлюються і стабілізуються різними функціональними групами.

Перетворення металу в наночастинки зумовлює проблеми з токсичністю на біологічні системи та клітинні компоненти, що залежить від розміру, форми, покривального агента, щільності наночастинок та типу патогена, стосовно якого оцінюється токсичність [12]. Вважають, що цитотоксичність наночастинок створюється за допомогою активних форм кисню (АФК), що призводить до зниження рівня глутатіону та збільшення вільних радикалів [33, 84]. Наночастинки мають більшу площу поверхні, яка забезпечує кращий контакт з мікробами і дає змогу наночастинкам проникати через клітинну мембрану чи прикріплюватись до поверхні клітини залежно від розміру їх частин [31]. Антибактеріальна ефективність наночастинок обернено пропорційна їх розміру [8]. Проблема токсичності наночастинок може бути зменшена їх покриттям біосумісними агентами, що стабілізує їх, запобігає агрегації та робить

придатними для біомедичного застосування через зниження токсичності [12].

Взаємодія наночастинок з мікроорганізмами починається з адгезії наночастинок на стінці мікробної клітини і мембрані [8], значним зниженням дзета-потенціалу клітинної поверхні, надалі наночастинок індукують морфологічні зміни в структурі мембрани, порушують її проникність та дихальні функції способом деполяризації мембрани, що призводить до порушення структури клітини та її загибелі [20]. Унаслідок порушення клітинної структури клітинні компоненти (ферменти, білки, ДНК, метаболіти) починають проникати у навколишнє середовище [20]. NPs можуть взаємодіяти з білками зовнішньої поверхні, утворюють комплекси з киснем, фосфором, азотом чи сіркою, що є донорами електронів, і спричиняти незворотні ушкодження клітинної стінки [23].

Зелений синтез наноселену: переваги нанорозміру

Селен (Se) – металоїдний елемент з різним ступенем окиснення та властивостями у природі, що зустрічається зазвичай у вигляді комплексів із сульфідами чи Ag, Cu, Pb та Ni [45, 82]. Йому притаманні фотолітичні та провідні властивості, елемент застосовується у пестицидах, скляній промисловості, як харчова та кормова добавка [1, 19, 81, 96, 97]. Селен міститься у селенометіоніні, селеноцистеїні та інших ферментах [43, 84], має важливе значення у глутатіонпероксидазній системі [19, 43, 70, 81], яка у поєднанні з вітаміном Е діє як антиоксидант для запобігання шкідливому впливу метаболітів на тканини [65, 70], елемент є важливим для чоловічої фертильності [70], функції імунної системи [67], виробництва нейротрансмітерів [41], профілактики злоякісних новоутворень [1, 11, 77], а його дефіцит призводить до ряду дисфункцій [19, 23, 51, 67, 70].

Для синтезу SeNPs використовували різні методи [7, 17, 24, 95, 77, 94], які довели, що концентрація селеносульфату та температура реакції здійснює значний вплив на морфологію SeNPs [17, 95], цитохром C здатний відновлювати селенат до селену, продукуючи SeNPs [24], а відновлення селену аскорбіновою кислотою за присутності полісахаридів сприяє утворенню стабільних впродовж шести місяців сферичних SeNPs [77].

Наночастинок селену (SeNPs) привертають увагу завдяки своїм протираковим, антиоксидантним, каталітичним, фотокопіювальним та іншим властивостям [40, 48, 80, 96]. Ці властивості для ефективного застосування потребують розроблення синтетичних та зелених способів виробництва SeNP [82, 84, 85]. Нині

підготовка SeNPs значною мірою залежить від хімічних і фізичних методів, які використовують шкідливі хімікати та жорсткі умови реакції, що є основним недоліком і потенційною загрозою для довкілля, здоров'я. На тлі цього біогенний синтез набуває популярності, оскільки є екологічним, дешевим, чистим, безпечним, створює мінімальну кількість відходів. Зелений синтез SeNP використовує рослини [1, 8], частини рослин [21] та мікроорганізми [1, 82, 85], що революціонує їх технологію виготовлення та застосування. Завдяки біосумісності SeNPs широко застосовують у медицині [8, 17, 19], ветеринарії [1, 70], агрономії [74, 91], виробництві сільськогосподарської продукції [10, 43, 81] та інших галузях.

Мікроорганізми мають окисно-відновні системи для використання металів та регулювання їх концентрації, що відбувається через зміну заряду металу мембранною системою транспорту електронів та відновлювальними ферментами. У такий спосіб мікроорганізми регулюють дифузію йонів металів та детоксифікують їх [86]. Селенат метаболізується дисимілярним зниженням вмісту, що провокується елементарним селеном, та асиміляційним зниженням вмісту, що утворює летку форму селену [58, 76]. Дві ґрунтові алотропні форми селену – червона і чорна. Se⁰ у водному розчині – червоний, і за зростання температури понад 45 °C поступово чорніє [18, 61, 90]. Унаслідок дисиміляційних реакцій різні види бактерій утворюють алотропи червоного та чорного кольору, що накопичуються у середовищі [1].

Bacillus cereus BIPC04, завдяки грампозитивній структурі клітинної стінки та спороутворенню, є перспективною для виробництва наночастинок селену. Селенат відновлюється до селеніту та надалі – до елементарного селену [1, 19, 25, 37, 75, 94]. *Bacillus cereus BIPC04* є стійкою до 0,5–37,5 мМ концентрації селеніту натрію без пригнічення росту бактерій та лише за 75 мМ концентрації пригнічується утворення колоній.

Відомо, що *Pseudomonas stutzeri* здатна переносити 2,53 мМ селеніту натрію [78], а максимальна толерантність до селену для *Rhodospirillum rubrum* становить 1,5 мМ [18, 61, 90]. *Bacillus sp.* здатна відновлювати 20 мМ селенату до селеніту та 2 мМ селеніту до елементарного селену з більшою швидкістю відновлення селенату [38]. 6 мМ селеніту з його відновленням до Se⁰ може використати *Ralstonia metallidurans*, а *Enterobacter taylorae* продукує до 500–5000 мкг/л селенату, у такий спосіб знижуючи його кількість впродовж п'яти днів на 81–94 % [28].

B. cereus BIPC04 може переносити та метаболізувати вищі концентрації селенату, аніж інші бактерії [56], та навіть утворювати спори, що можна вважати перевагою, адже *Pseudomonas aeruginosa SNT1* спори не утворює, хоча здатна рости за концентрації селенату 50 мг/л [1]. *B. cereus BIPC04* [56] утворює гексагональні структури без аморфних форм та високою кристалізацією наночастинок, менше проявлялись симетричні та сферичні наночастинок. За зміни параметрів росту *B. cereus BIPC04* продукує внутрішньоклітинні сферичні наночастинок Se з середнім діаметром 170 нм, стабільні навіть без стабілізатора та після введення шурам, що має значення в медицині та виробництві фармацевтичної продукції.

Наночастинок внутрішньоклітинного селену розміром 142–255 нм було отримано за використання *Bacillus sp. Msh1*, з одночасним утворенням сферичних наночастинок розміром 80–220 [37]. Створені сферичні (150 нм) наночастинок селену за використання *Thauera selenatis* [25] та *B. cereus CM100B* синтезують внутрішньо- та позаклітинні наночастинок селену з діаметром 150–200 нм [94]. Відомо, що *Shewanella sp. HN-41* здатна відновлювати селен (IV) під час дихання з утворенням наночастинок селену розміром 164–181 нм [75].

Швидкість поглинання SeNPs упродовж першої доби та його екскреція упродовж другої вища, ніж об'ємного селену, тому наноселен має меншу токсичність, що дає змогу зменшити дозування ін'єкційних препаратів селену та зменшити спровоковані препаратом ушкодження печінки та нирок. Селеніт підвищує активність сироваткових АЛАТ та АсАТ, активує активність каталази та СОД, не впливаючи на самі ферменти [64, 83]. Селеніт також підвищує вміст малонового діальдегіду в печінці, водночас SeNPs його знижують [64], однак і селеніт, і SeNPs спричиняють однаковий вплив на активність глутатіонпероксидази. Під час вивчення токсичності селеновмісних препаратів у мишей встановлено, що максимальне накопичення елемента відбувається у печінці та селезінці [30], та висловлено припущення [11, 54], що селен, як і Sn, максимально накопичується у кістках, печінці та селезінці.

Nano-Se має низьку токсичність [22], високу біодоступність [57] та антиоксидантну активність [83, 99], є кофактором у складі селенопротеїнів. SeNPs проявляють вищу протипухлинну активність [1, 29], порівнюючи з органічними та неорганічними об'ємними аналогами селену, що дає змогу їх використовувати як терапевтичний і протипухлинний агент

[27], та позитивно впливають на метаболізм щитоподібної залози [46, 47].

SeNPs проявляють антибактеріальну активність щодо росту грамнегативних (*E. coli*) та грампозитивних (*S. aureus*) бактерій [71], протимікробну активність щодо *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Staphylococcus aureus* та *Proteus sp.* [48], протигрибкову та фунгіцидну активність щодо *P. digitatum* та *C. coccodes* [55].

Отже, встановлено, що наночастинок селену є потужними та функціонально спроможними в багатьох аспектах життя, синтезуються фізичними, хімічними, біологічними методами. Розглянуто екологічно чисті та менш токсичні методи зеленого синтезу наночастинок. Обговорено розмір, властивості наночастинок, чинники, що впливають на їх синтез, біомолекули, вторинні метаболіти та коферменти, що відновлюють йони металів до наночастинок. Підсумовано модель зеленого синтезу з використанням фізико-хімічних засобів та їх біомедичні застосування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Abbas H., Abou Baker D. Biological Evaluation of Selenium Nanoparticles biosynthesized by *Fusarium semitectum* as antimicrobial and anticancer agents. *Egyptian Journal of Chemistry*. 2020. 63(4). P. 18–19. Doi: <https://doi.org/10.21608/ejchem.2019.15618.1945>
2. Combined mechanochemical/thermal annealing approach for the synthesis of Co 9 Se 8 with potential optical properties / Achimovičová M. et al. *Applied Physics A*. 2019. 125(1). 8 p. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00339-018-2305-y>
3. Adelere I. A., Lateef A. A novel approach to the green synthesis of metallic nanoparticles: the use of agro-wastes, enzymes, and pigments. *Nanotechnology Reviews*. 2016. 5(6). P. 567–587. Doi: <https://doi.org/10.1515/ntrev-2016-0024>
4. Renewable energy harvesting with the application of nanotechnology: A review / M. H. Ahmadi et al. *International Journal of Energy Research*. 2019. 43(4). P. 1387–1410. Doi: <https://doi.org/10.1002/er.4282>
5. Synthesis and characterization of nano selenium using plant biomolecules and their potential applications / H. Alam et al. *Bio Nano Science*. 2019. 9(1). P. 96–104. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12668-018-0569-5>
6. Enhanced anti-tumor efficacy and reduced cardiotoxicity of doxorubicin delivered in a novel plant virus nanoparticle / E. Alemzadeh et al. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. (2019). 174. P. 80–86. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2018.11.008>
7. Degradation of diclofenac sodium using UV/biogenic selenium nanoparticles/H₂O₂: Optimization of process parameters / A. Ameri et al. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 2020. Vol. 392. 112382. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2020.112382>
8. Anchana R. S., Arivarasu L., Rajeshkumar S. Green synthesis of garlic oil-mediated selenium nanoparticles and its antimicrobial and cytotoxic activity. *Drug Invention Today*. 2020. 14(2).

9. Banerjee A., Gupta P., Nigam V., Bandopadhyay R. Bacterial exopolysaccharides from extreme marine habitat of Southern Ocean: Production and partial characterization. *Gayana*. 2019. 83(2). P. 126–134. Doi:<https://doi.org/10.4067/S0717-65382019000200126>
10. Effects of different dietary selenium sources including probiotics mixture on growth performance, feed utilization and serum biochemical profile of quails / V. Bityutskyy et al. In *Modern Development Paths of Agricultural Production* Springer. Cham. 2019. P. 623–632. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_61
11. Cardarelli N. F. Tin as a vital nutrient: implications in cancer prophylaxis and other physiological processes. CRC press. 2019. Doi:<https://doi.org/10.1201/9780429280511>
12. Chandra H., Kumari P., Bontempi E., Yadav S. Medicinal plants: Treasure trove for green synthesis of metallic nanoparticles and their biomedical applications. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2020. P. 1015–1018. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101518>
13. Cruz L.Y., Wang D., Liu J. Biosynthesis of selenium nanoparticles, characterization and X-ray induced radiotherapy for the treatment of lung cancer with interstitial lung disease. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2019. 191. P. 123–127. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.12.008>
14. Daphedar A., Taranath T. C. Green synthesis of zinc nanoparticles using leaf extract of *Albizia saman* (Jacq.) Merr. and their effect on root meristems of *Drimys indica* (Roxb.) Jessop. *Caryologia*. 2018. 71(2). P. 93–102. Doi:<https://doi.org/10.1080/00087114.2018.1437980>
15. Decho A.W., Gutierrez T. Microbial extracellular polymeric substances (EPSs) in ocean systems. *Frontiers in microbiology*. 2017. 8. 922 p. Doi:<https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00922>
16. Elahian F., Reisi S., Shahidi A., Mirzaei S.A. High-throughput bioaccumulation, biotransformation, and production of silver and selenium nanoparticles using genetically engineered *Pichia pastoris*. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 2017. 13(3). P. 853–861. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.nano.2016.10.009>
17. Factorial design-optimized and gamma irradiation-assisted fabrication of selenium nanoparticles by chitosan and *Pleurotus ostreatus* fermented fenugreek for a vigorous in vitro effect against carcinoma cells / A.I. El-Batal et al. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.210>
18. Methyl selenol as a precursor in selenite reduction to Se/S species by methane-oxidizing bacteria / A.S. Eswayah et al. *Applied and environmental microbiology*. 2019. 85(22). Doi: <https://doi.org/10.1128/AEM.01379-19>
19. Selenium Ameliorates AFB 1- Induced Excess Apoptosis in Chicken Splenocytes Through Death Receptor and Endoplasmic Reticulum Pathways / J. Fang et al. *Biological trace element research*. 2019. 187(1). P. 273–280. Doi:<https://doi.org/10.1007/s12011-018-1361-7>
20. Fardsadegh B., Jafarizadeh-Malmiri H. Aloe vera leaf extract mediated green synthesis of selenium nanoparticles and assessment of their in vitro antimicrobial activity against spoilage fungi and pathogenic bacteria strains. *Green Processing and Synthesis*. 2019. 8(1). P. 399–407. Doi:<https://doi.org/10.1515/gps-2019-0007>
21. Biosynthesis, characterization and antimicrobial activities assessment of fabricated selenium nanoparticles using *Pelargonium zonale* leaf extract / B. Fardsadegh et al. *Green Processing and Synthesis*. 2019. 8(1). P. 191–198. Doi:<https://doi.org/10.1515/gps-2018-0060>
22. Association of selenoprotein and selenium pathway genotypes with risk of colorectal cancer and interaction with selenium status / V. Fedirko et al. *Nutrients*. 2019. 11(4). 935 p. Doi:<https://doi.org/10.3390/nu11040935>
23. Fenech, M. (2020). The Role of Nutrition in DNA Replication, DNA Damage Prevention and DNA Repair. In *Principles of Nutrigenetics and Nutrigenomics* (pp. 27–32). Academic Press. Doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804572-5.00004-5>
24. Fernandes A.P.N. Living capacitors: functional characterization of a novel cytochrome acting as a nanowire. 2019. URL:<http://hdl.handle.net/10362/91579>
25. *Bacillus safensis* JG-B5T affects the fate of selenium by extracellular production of colloidal less stable selenium nanoparticles / S. Fischer et al. *Journal of hazardous materials*. 2020. 384. 121146. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121146>
26. Gahlawat G., Choudhury A. R. A review on the biosynthesis of metal and metal salt nanoparticles by microbes. *RSC advances*. 2019. 9(23). P. 12944–12967. Doi:<https://doi.org/10.1039/C8RA10483B>
27. Preparation, physicochemical characterization, and anti-proliferation of selenium nanoparticles stabilized by *Polyporus umbellatus* polysaccharide / X. Gao et al. *International Journal of Biological Macromolecules*. (2020). 152. P. 605–615. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.199>
28. Prokaryotic and Eukaryotic Microbes: Potential Tools for Detoxification and Bioavailability of Metalloids / N. Garg et al. *Metalloids in Plants: Advances and Future Prospects*. 2020. P. 149–183. Doi:<https://doi.org/10.1002/9781119487210.ch9>
29. Habibi G., Aleyasin Y. Green synthesis of Se nanoparticles and its effect on salt tolerance of barley plants. *Int. J. Nano Dimens*. 2020. 11(2). P. 145–157.
30. Subacute oral toxicity investigation of selenium nanoparticles and selenite in rats / N. Hadrup et al. *Drug and chemical toxicology*. 2019. 42(1). P. 76–83. Doi:<https://doi.org/10.1080/01480545.2018.1491589>
31. Hao N., Li L., Tang F. Roles of particle size, shape and surface chemistry of mesoporous silica nanomaterials on biological systems. *International Materials Reviews*. 2017. 62(2). P. 57–77. Doi:<https://doi.org/10.1080/09506608.2016.1190118>
32. Chiral plasmonics / M. Hentschel et al. *Science advances*. 2017. 3(5). e1602735. Doi:<https://doi.org/10.1126/sciadv.1602735>
33. Huang Y., Ren J., Qu X. Nanozymes: classification, catalytic mechanisms, activity regulation, and applications. *Chemical reviews*. 2019. 119(6). P. 4357–4412. Doi:<https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00672>
34. A Short Review on Role of Nanotechnology in Daily Life / T. Iqbal et al. *Research & Reviews: Journal of Computational Biology*. 2020. 8(3). P. 24–33. URL:<http://medicaljournals.stmjournals.in/index.php/RRJoCB/article/view/1833>

35. Iravani S., Varma R.S. Bacteria in Heavy Metal Remediation and Nanoparticle Biosynthesis. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2020. 8(14). P. 5395–5409. Doi:https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c00292
36. Kamali M., Costa M.E.V., Otero-Irurueta G., Capela I. Ultrasonic irradiation as a green production route for coupling crystallinity and high specific surface area in iron nanomaterials. *Journal of cleaner production*. 2019. 211. P. 185–197. Doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.127
37. Biogenic selenium nanoparticles target chronic toxoplasmosis with minimal cytotoxicity in a mouse model / A. Keyhani et al. *Journal of Medical Microbiology*. 2020. 69(1). P. 104–110. Doi:https://doi.org/10.1099/jmm.0.001111
38. Kim H.W., Hong S.H., Choi H. Effect of Nitrate and Perchlorate on Selenate Reduction in a Sequencing Batch Reactor. *Processes*. 2020. 8(3). 344 p. Doi:https://doi.org/10.3390/pr8030344
39. Development of *Lactobacillus kimchicus* DCY51T-mediated gold nanoparticles for delivery of ginsenoside compound K: in vitro photothermal effects and apoptosis detection in cancer cells / Y.J. Kim et al. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*. 2019. 47(1). P. 30–44. Doi:https://doi.org/10.1080/21691401.2018.1541900
40. Plant Extract Assisted Eco-benevolent Synthesis of Selenium Nanoparticles-A Review on Plant Parts Involved, Characterization and Their Recent Applications / P. Korde et al. *Journal of Chemical Reviews*. 2020. P. 157–168.
41. Kurmi B.D., Patel P., Paliwal R., Paliwal S.R. Molecular approaches for targeted drug delivery towards cancer: A concise review with respect to nanotechnology. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*. 2020. 101682. Doi:https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.101682
42. Liang S. X. T., Wong L. S., Dhanapal A. C. T. A., Djearmane S. Toxicity of Metals and Metallic Nanoparticles on Nutritional Properties of Microalgae. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2020. 231(2). 52 p. Doi:https://doi.org/10.1007/s11270-020-4413-5
43. Effect of selenium nanoparticles against abnormal fatty acid metabolism induced by hexavalent chromium in chicken's liver / M. Luo et al. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019. 26(21). P. 21828–21834. Doi:https://doi.org/10.1007/s11356-019-05397-3
44. Majeed M.I., Bhatti H.N., Nawaz H., Kashif M. Nanobiotechnology: Applications of nanomaterials in biological research. Integrating green chemistry and sustainable engineering. 2019. P. 581–615.
45. Selenium oxyanion bioconcentration in natural freshwater periphyton / B. Markwart et al. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2019. 180. P. 693–704. Doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.05.004
46. McClements J., McClements D.J. Standardization of nanoparticle characterization: methods for testing properties, stability, and functionality of edible nanoparticles. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2016. 56(8). P. 1334–1362. Doi:https://doi.org/10.1080/10408398.2014.970267
47. Mellinas C., Jiménez A., Garrigós M. D. C. Microwave-Assisted Green Synthesis and Antioxidant Activity of Selenium Nanoparticles Using *Theobroma cacao* L. Bean Shell Extract. *Molecules*. 2019. 24(22). 4048 p. Doi:https://doi.org/10.3390/molecules24224048
48. Menon S., KS S.D., Agarwal H., Shanmugam V. K. Efficacy of Biogenic Selenium Nanoparticles from an extract of ginger towards evaluation on anti-microbial and anti-oxidant activities. *Colloid and Interface Science Communications*. 2019. 29. P. 1–8. Doi:https://doi.org/10.1016/j.colcom.2018.12.004
49. Mohanta D., Ahmaruzzaman M. Addressing Nanotoxicity: Green Nanotechnology for a Sustainable Future. *The ELSI Handbook of Nanotechnology: Risk, Safety, ELSI and Commercialization*. 2020. P. 103–112. Doi:https://doi.org/10.1002/9781119592990.ch6
50. Mosallam F. M., El-Sayyad G. S., Fathy R. M., El-Batal A. I. Biomolecules-mediated synthesis of selenium nanoparticles using *Aspergillus oryzae* fermented Lupin extract and gamma radiation for hindering the growth of some multidrug-resistant bacteria and pathogenic fungi. *Microbial pathogenesis*. 2018. 122. P. 108–116. Doi:https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.06.013
51. Mukherjee S., Nethi S. K. Biological Synthesis of Nanoparticles Using Bacteria. In *Nanotechnology for Agriculture*. Springer, Singapore. 2019. P. 37–51.
52. A rapid synthesis and antibacterial property of selenium nanoparticles using egg white lysozyme as a stabilizing agent / S. Muthu et al. *SN Applied Sciences*. 2019. 1(12). 1543 p. Doi:https://doi.org/10.1007/s42452-019-1509-x
53. Mykhaylenko N.F., Zolotareva E. K. The effect of copper and selenium nanocarboxylates on biomass accumulation and photosynthetic energy transduction efficiency of the green algae *Chlorella vulgaris*. *Nanoscale research letters*. 2017. 12(1). 147 p. Doi:https://doi.org/10.1186/s11671-017-1914-2
54. Co-administration of Selenium with Inorganic Mercury Alters the Disposition of Mercuric Ions in Rats / S.E. Orr et al. *Biological trace element research*. 2019. P. 1–9. Doi:https://doi.org/10.1007/s12011-019-01835-y
55. Effect of biogenic selenium nanoparticles on ERG11 and CDR1 gene expression in both fluconazole-resistant and-susceptible *Candida albicans* isolates / N. Parsameher et al. *Current medical mycology*. 2017. 3(3). 16 p. Doi:https://doi.org/10.29252/cmm.3.3.16
56. Pouri S., Motamedi H., Honary S., Kazeminezhad I. Biological synthesis of selenium nanoparticles and evaluation of their bioavailability. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2017. 60 p. Doi:https://doi.org/10.1590/1678-4324-2017160452
57. Preedy V. R. Selenium: Chemistry, Analysis, Function and Effects. Royal Society of Chemistry. 2015.
58. Rahman Z., Singh V.P. Bioremediation of toxic heavy metals (THMs) contaminated sites: concepts, applications and challenges. *Environmental Science and Pollution Research International*. 2020. Doi:https://doi.org/10.1007/s11356-020-08903-0
59. Rajeshkumar S., Veena P., Santhiyaa R. V. Synthesis and Characterization of Selenium Nanoparticles Using Natural Resources and Its Applications. In *Exploring the Realms of Nature for Nanosynthesis*. Springer, Cham. 2018. P. 63–79. Doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-99570-0_4
60. Regulacio M. D., Yang D. P., Ye E. Toward greener methods of producing branched metal nanostructures. *CrysoEngComm*. 2020. 22(3). P. 399–411.
61. Rehan M., Alsohim A.S., El-Fadly G., Tisa L. S. Detoxification and reduction of selenite to elemental red selenium by *Frankia*. *Antonie van Leeuwenhoek*. 2019. 112(1). P. 127–139. Doi:https://doi.org/10.1007/s10482-018-1196-4

62. Rentería V., Franco A. Metal Nanoparticles Dispersed in Epoxy Resin: Synthesis, Optical Properties and Applications. In *Reviews in Plasmonics 2017*. Springer, Cham. 2019. P. 191–228. Doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-18834-4_8
63. Lipid Peroxidation In The Body Of Different Species Of Animals And Birds. – 3rd International Conference “Smart Bio”, 02-04 May 2019 / N. Rol et al. Kaunas, Lithuania. 159 p. URL:<http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/4665>
64. Saadi A., Dalir-Naghadeh B., Asri-Rezaei S., Anassori E. Platelet Selenium Indices as Useful Diagnostic Surrogate for Assessment of Selenium Status in Lambs: an Experimental Comparative Study on the Efficacy of Sodium Selenite vs. Selenium Nanoparticles. *Biological Trace Element Research*. 2020. 194(2). P. 401–409. Doi:<https://doi.org/10.1007/s12011-019-01784-6>
65. Sakamoto I. K., Maintiguer S. I., Varesche M.B. A. Phylogenetic characterization and quantification by Most Probable Number of the microbial communities of biomass from the Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor under sulfidogenic conditions. *Acta Scientiarum. Technology*. 2019. 41. 39128 p. Doi:<https://doi.org/10.4025/actascitech-nol.v41i1.39128>
66. Salem S. S., Fouda A. Green synthesis of metallic nanoparticles and their prospective biotechnological applications: an overview. *Biol Trace Elem Res*. 2020. Doi:<https://doi.org/10.1007/s12011-020-02138-3>
67. Samsudin A. A., Dalia A. M., Loh T. C., Sazili A. Q. Influence of Bacterial Organic Selenium on Blood Parameters, Immune Response, Selenium Retention and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. 2020. Doi:<https://doi.org/10.21203/rs.2.23476/v1>
68. Sardar M., Mazumder J.A. Biomolecules assisted synthesis of metal nanoparticles. In *Environmental Nanotechnology* Springer, Cham. 2019. P. 1–23. Doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-98708-8_1
69. Applications of nanotechnology in plant growth and crop protection: a review / Y. Shang et al. *Molecules*. 2019. 24(14). 2558 p. Doi:<https://doi.org/10.3390/molecules24142558>
70. Effects of selenium on the proliferation and apoptosis of sheep spermatogonial stem cells in vitro / L. Shi et al. *Animal Reproduction Science*. 2020. 106330. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106330>
71. Shoeibi S., Mashreghi M. Biosynthesis of selenium nanoparticles using *Enterococcus faecalis* and evaluation of their antibacterial activities. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2017. 39. P. 135–139. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2016.09.003>
72. Shukla A.K., Iravani S. Green synthesis, characterization and applications of nanoparticles. Elsevier. 2018. Doi:<https://doi.org/10.1016/C2017-0-02526-0>
73. Singh P., Kim Y.J., Zhang D., Yang, D. C. Biological synthesis of nanoparticles from plants and microorganisms. *Trends in biotechnology*. 2016. 34(7). P. 588–599. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2016.02.006>
74. Singh S. K., Kasana R. C., Yadav R. S., Pathak R. Current Status of Biologically Produced Nanoparticles in Agriculture. In *Biogenic Nano-Particles and their Use in Agro-ecosystems*. Springer, Singapore. 2020. P. 393–406. Doi:https://doi.org/10.1007/978-981-15-2985-6_21
75. Sinharoy A., Saikia S., Pakshirajan K. Biological removal of selenite from waste water and recovery as selenum nanoparticles using inverse fluidized bed bioreactor. *Journal of Water Process Engineering*. 2019. Vol. 32. 100988. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100988>
76. Microbes for Bioremediation of Heavy Metals. In *Microbial Interventions in Agriculture and Environment* Springer / R. Soni et al. Singapore. 2019. P. 129–141. Doi:https://doi.org/10.1007/978-981-32-9084-6_6
77. Construction of arabinogalactans/selenium nanoparticles composites for enhancement of the antitumor activity / S. Tang et al. *International journal of biological macromolecules*. 2019. 128. P. 444–451. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.01.152>
78. Tendenedzai J. T., Brink H. G. The effect of nitrogen on the reduction of selenite to elemental selenium by *Pseudomonas stutzeri* NT-I. *CHEMICAL ENGINEERING*. 2019. 74 p. Doi: <https://doi.org/10.3303/CET1974089>
79. Effects of selenium compounds and toxicant action on oxidative biomarkers in quails / S.I. Tsekhmistrenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(2). P. 232–239. Doi: https://doi.org/10.15421/2020_89
80. Bityutsky V.S., Spyvac M.Y., Tsekhmistrenko S.I., Shadura U.M. Perspectives of cerium nanoparticles use in agriculture / O.S. Tsekhmistrenko et al. *The Animal Biology*. 2017. Vol. 19. № 3. Львів, 2017. P. 9–18. URL:<http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1300>
81. Tsekhmistrenko, O., & Tsekhmistrenko, S. Lipid peroxidation in the quails kidney under Cadmium load and Sel-Plex influence. *Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва: 36. наук. праць*. 2015. Vol. 1 (116). Bila Tserkva. P. 203–207. URL:<http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/931>
82. Bacterial synthesis of nanoparticles: A green approach / S. I. Tsekhmistrenko et al. *Biosystems Diversity*. 2020. 28(1). P. 9–17. Doi: <https://doi.org/10.15421/012002>
83. Tsekhmistrenko S., Bityutskii V., Tsekhmistrenko O. Markers of oxidative stress in the blood of quails under the influence of selenium nanoparticles. 2020. URL:<http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/4763>
84. Enzyme-like activity of nanomaterials / S.I. Tsekhmistrenko et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2018. 9(3). P. 469–476. Doi:<https://doi.org/10.15421/021870>
85. Evaluation of effects of selenium nanoparticles on *Bacillus subtilis* / N.O. Tymoshok et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2019. 10(4). P. 544–552. Doi:<https://doi.org/10.15421/021980>
86. Vaishnavi S., Thamaraiselvi C., Vasanthy M. Efficiency of Indigenous Microorganisms in Bioremediation of Tannery Effluent. In *Waste Water Recycling and Management* Springer, Singapore. 2019. P. 151–168. Doi:https://doi.org/10.1007/978-981-13-2619-6_13
87. Vaseghi Z., Nematollahzadeh A., Tavakoli O. Green methods for the synthesis of metal nanoparticles using biogenic reducing agents: a review. *Reviews in Chemical Engineering*. 2018. 34(4). P. 529–559. Doi:<https://doi.org/10.1515/revce-2017-0005>
88. Wadhvani S. A., Shedbalkar U. U., Singh R., Chopade B. A. Biogenic selenium nanoparticles: current status and future prospects. *Applied microbiology and biotechnology*. 2016. 100(6). P. 2555–2566. Doi:<https://doi.org/10.1007/s00253-016-7300-7>

89. Waghmare S. R., Mulla M. N., Marathe S. R., Sonawane K. D. Ecofriendly production of silver nanoparticles using *Candida utilis* and its mechanistic action against pathogenic microorganisms. *3 Biotech.* 2015. 5(1). P. 33–38. Doi:https://doi.org/10.1007/s13205-014-0196-y

90. Selenate reduction and selenium enrichment of tea by the endophytic *Herbaspirillum* sp. strain WT00C / X. Xu et al. *Current microbiology.* 2019. P. 1–14. Doi:https://doi.org/10.1007/s00284-019-01682-z

91. Selenium forms and methods of application differentially modulate plant growth, photosynthesis, stress tolerance, selenium content and speciation in *Oryza sativa* L / H. Yin et al. *Ecotoxicology and environmental safety.* 2019. 169. P. 911–917. Doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.080

92. Adsorption of selenite onto *Bacillus subtilis*: the overlooked role of cell envelope sulfhydryl sites in the microbial conversion of Se (IV) / Q. Yu et al. *Environmental science & technology.* 2018. 52(18). P. 10400–10407. Doi:https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02280

93. Yumei L., Yamei L., Qiang L., Jie B. Rapid biosynthesis of silver nanoparticles based on flocculation and reduction of an exopolysaccharide from *arthrobacter* sp. B4: its antimicrobial activity and phytotoxicity. *Journal of Nanomaterials.* 2017. Doi:https://doi.org/10.1155/2017/9703614

94. Two selenium tolerant *Lysinibacillus* sp. strains are capable of reducing selenite to elemental Se efficiently under aerobic conditions / J. Zhang et al. *Journal of Environmental Sciences.* 2019. 77. P. 238–249. Doi:https://doi.org/10.1016/j.jes.2018.08.002

95. Selenium-doped calcium carbonate nanoparticles loaded with cisplatin enhance efficiency and reduce side effects / P. Zhao et al. *International journal of pharmaceuticals.* 2019. 570 p. 118638. Doi:https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.118638

96. Використання наночастинок металів та неметалів у птахівництві / О.С. Цехмістренко та ін. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, № 2, 2019. Біла Церква, 2019. С. 113–130. URL: http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3838*

97. Вплив Сел-плексу та кадмієвого навантаження на ліпопероксидацію / О.С. Цехмістренко та ін. *Збірник наукових праць. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва.* 2013. Вип. 9 (103). С. 16–19. URL: http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/957

98. Цехмістренко О.С., Бітюцький В.С., Цехмістренко С.І. “Зелені” технології у синтезі наночастинок селену. Шляхи розвитку науки в сучасних кризових умовах: тези доп. І міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. 28-29 травня 2020 року. Дніпро, 2020. Т. 2. С. 506–509. URL: http://193.138.93.8/bitstream/BNAU/4823/1/Zeleni_tekhnolohii.pdf

99. Біоміметична та антиоксидантна активність наносполук діоксиду церію / О.С. Цехмістренко та ін. *Світ медицини та біології, 2018, № 1 (63). Полтава, 2018. С. 196–201. Doi:https://doi.org/10.267254 / 2079-8334-2018-1-63-196-201*

REFERENCES

1. Abbas, H., Abou Baker, D. (2020). Biological Evaluation of Selenium Nanoparticles biosynthesized by *Fusarium semitectum* as antimicrobial and anticancer agents.

Egyptian Journal of Chemistry. 63(4), pp. 18–19. Available at: https://doi.org/10.21608/ejchem.2019.15618.1945

2. Achimovičová, M., Daneu, N., Tóthová, E., Mazaj, M., Dutková, E. (2019). Combined mechanochemical/thermal annealing approach for the synthesis of Co₉Se₈ with potential optical properties. *Applied Physics A.* 125(1), 8 p. Available at: https://doi.org/10.1007/s00339-018-2305-y

3. Adelere, I. A., Lateef, A. (2016). A novel approach to the green synthesis of metallic nanoparticles: the use of agro-wastes, enzymes, and pigments. *Nanotechnology Reviews.* 5(6), pp. 567–587. Available at: https://doi.org/10.1515/ntrev-2016-0024

4. Ahmadi, M. H., Ghazvini, M., Alhuyi Nazari, M., Ahmadi, M. A., Pourfayaz, F., Lorenzini, G., Ming, T. (2019). Renewable energy harvesting with the application of nanotechnology: A review. *International Journal of Energy Research.* 43(4), pp. 1387–1410. Available at: https://doi.org/10.1002/er.4282

5. Alam, H., Khatoon, N., Raza, M., Ghosh, P. C., Sardar, M. (2019). Synthesis and characterization of nano selenium using plant biomolecules and their potential applications. *Bio Nano Science.* 9(1), pp. 96–104. Available at: https://doi.org/10.1007/s12668-018-0569-5

6. Alemzadeh, E., Dehshahri, A., Dehghanian, A. R., Afsharifar, A., Behjatnia, A. A., Izadpanah, K., Ahmadi, F. (2019). Enhanced anti-tumor efficacy and reduced cardiotoxicity of doxorubicin delivered in a novel plant virus nanoparticle. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces.* 174, pp. 80–86. Available at: https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2018.11.008

7. Ameri, A., Shakibaie, M., Pournamdari, M., Ameri, A., Foroutanfar, A., Doostmohammadi, M., Forootanfar, H. (2020). Degradation of diclofenac sodium using UV/biogenic selenium nanoparticles/H₂O₂: Optimization of process parameters. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry.* Vol. 392. 112382. Available at: https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2020.112382

8. Anchana, R. S., Arivarasu, L., Rajeshkumar, S. (2020). Green synthesis of garlic oil-mediated selenium nanoparticles and its antimicrobial and cytotoxic activity. *Drug Invention Today.* 14(2).

9. Banerjee, A., Gupta, P., Nigam, V., Bandopadhyay, R. (2019). Bacterial exopolysaccharides from extreme marine habitat of Southern Ocean: Production and partial characterization. *Gayana,* 83(2), pp. 126–134. Available at: https://doi.org/10.4067/S0717-65382019000200126

10. Bityutsky, V., Tsekhmistrenko, S., Tsekh-mistrenko, 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 *Modern Development Paths of Agricultural Production* Springer, Cham. pp. 623–632. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_61

11. Cardarelli, N. F. (2019). Tin as a vital nutrient: implications in cancer prophylaxis and other physiological processes. *CRC press.* Available at: https://doi.org/10.1201/9780429280511

12. Chandra, H., Kumari, P., Bontempi, E., Yadav, S. (2020). Medicinal plants: Treasure trove for green synthesis of metallic nanoparticles and their biomedical applications. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology.* pp. 1015–1018. Available at: https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101518

13. Cruz, L. Y., Wang, D., Liu, J. (2019). Biosynthesis of selenium nanoparticles, characterization and X-ray induced radiotherapy for the treatment of lung cancer with interstitial lung disease. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 191, pp. 123–127. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.12.008>
14. Daphedar, A., Taranath, T. C. (2018). Green synthesis of zinc nanoparticles using leaf extract of *Albizia saman* (Jacq.) Merr. and their effect on root meristems of *Drimys indica* (Roxb.) Jessop. *Caryologia*. 71(2), pp. 93–102. Available at: <https://doi.org/10.1080/00087114.2018.1437980>
15. Decho, A. W., Gutierrez, T. (2017). Microbial extracellular polymeric substances (EPSs) in ocean systems. *Frontiers in microbiology*. 8, 922 p. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00922>
16. Elahian, F., Reisi, S., Shahidi, A., Mirzaei, S.A. (2017). High-throughput bioaccumulation, biotransformation, and production of silver and selenium nanoparticles using genetically engineered *Pichia pastoris*. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 13(3), pp. 853–861. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.nano.2016.10.009>
17. El-Batal, A. I., Mosallam, F. M., Ghorab, M. M., Hanora, A., Gobara, M., Baraka, A., El-Sayyad, G. S. (2019). Factorial design-optimized and gamma irradiation-assisted fabrication of selenium nanoparticles by chitosan and *Pleurotus ostreatus* fermented fenugreek for a vigorous in vitro effect against carcinoma cells. *International Journal of Biological Macromolecules*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.210>
18. Eswayah, A. S., Hondow, N., Scheinost, A. C., Merroun, M., Romero-González, M., Smith, T. J., Gardiner, P. H. (2019). Methyl selenol as a precursor in selenite reduction to Se/S species by methane-oxidizing bacteria. *Applied and environmental microbiology*. 85(22). Available at: <https://doi.org/10.1128/AEM.01379-19>
19. Fang, J., Zhu, P., Yang, Z., Peng, X., Zuo, Z., Cui, H., Liu, W. (2019). Selenium Ameliorates AFB 1– Induced Excess Apoptosis in Chicken Splenocytes Through Death Receptor and Endoplasmic Reticulum Pathways. *Biological trace element research*. 187(1), pp. 273–280. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1361-7>
20. Fardsadegh, B., Jafarizadeh-Malmiri, H. (2019). Aloe vera leaf extract mediated green synthesis of selenium nanoparticles and assessment of their in vitro antimicrobial activity against spoilage fungi and pathogenic bacteria strains. *Green Processing and Synthesis*. 8(1), pp. 399–407. Available at: <https://doi.org/10.1515/gps-2019-0007>
21. Fardsadegh, B., Vaghari, H., Mohammad-Jafari, R., Najian, Y., Jafarizadeh-Malmiri, H. (2019). Biosynthesis, characterization and antimicrobial activities assessment of fabricated selenium nanoparticles using *Pelargonium zonale* leaf extract. *Green Processing and Synthesis*. 8(1), pp. 191–198. Available at: <https://doi.org/10.1515/gps-2018-0060>
22. Fedirko, V., Jenab, M., Méplan, C., Jones, J. S., Zhu, W., Schomburg, L., Omichessan, H. (2019). Association of selenoprotein and selenium pathway genotypes with risk of colorectal cancer and interaction with selenium status. *Nutrients*. 11(4), 935 p. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu11040935>
23. Fenech, M. (2020). The Role of Nutrition in DNA Replication, DNA Damage Prevention and DNA Repair. In *Principles of Nutrigenetics and Nutrigenomics*. Academic Press. pp. 27–32. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804572-5.00004-5>
24. Fernandes, A.P.N. (2019). Living capacitors: functional characterization of a novel cytochrome acting as a nanowire. Available at: <http://hdl.handle.net/10362/91579>
25. Fischer, S., Krause, T., Lederer, F., Merroun, M. L., Shevchenko, A., Hübner, R., Jain, R. (2020). *Bacillus safensis* JG-B5T affects the fate of selenium by extracellular production of colloidal less stable selenium nanoparticles. *Journal of hazardous materials*. 384, 121146. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121146>
26. Gahlawat, G., Choudhury, A. R. (2019). A review on the biosynthesis of metal and metal salt nanoparticles by microbes. *RSC advances*. 9(23), pp. 12944–12967. Available at: <https://doi.org/10.1039/C8RA10483B>
27. Gao, X., Li, X., Mu, J., Ho, C. T., Su, J., Zhang, Y., Xie, Y. (2020). Preparation, physicochemical characterization, and anti-proliferation of selenium nanoparticles stabilized by *Polyporus umbellatus* polysaccharide. *International Journal of Biological Macromolecules*. 152, pp. 605–615. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.199>
28. Garg, N., Bharti, A., Sharma, A., Saroy, K., Cheema, A., Bisht, A. (2020). Prokaryotic and Eukaryotic Microbes: Potential Tools for Detoxification and Bioavailability of Metalloids. *Metalloids in Plants: Advances and Future Prospects*. pp. 149–183. Available at: <https://doi.org/10.1002/9781119487210.ch9>
29. Habibi, G., Aleyasin, Y. (2020). Green synthesis of Se nanoparticles and its effect on salt tolerance of barley plants. *Int. J. Nano Dimens*. 11(2), pp. 145–157.
30. Hadrup, N., Loeschner, K., Mandrup, K., Ravn-Haren, G., Frandsen, H. L., Larsen, E. H., Mortensen, A. (2019). Subacute oral toxicity investigation of selenium nanoparticles and selenite in rats. *Drug and chemical toxicology*. 42(1), pp. 76–83. Available at: <https://doi.org/10.1080/01480545.2018.1491589>
31. Hao, N., Li, L., Tang, F. (2017). Roles of particle size, shape and surface chemistry of mesoporous silica nanomaterials on biological systems. *International Materials Reviews*. 62(2), pp. 57–77. Available at: <https://doi.org/10.1080/09506608.2016.1190118>
32. Hentschel, M., Schäferling, M., Duan, X., Giessen, H., Liu, N. (2017). Chiral plasmonics. *Science advances*. 3(5), e1602735. Available at: <https://doi.org/10.1126/sciadv.1602735>
33. Huang, Y., Ren, J., Qu, X. (2019). Nanozymes: classification, catalytic mechanisms, activity regulation, and applications. *Chemical reviews*. 119(6), pp. 4357–4412. Available at: <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00672>
34. Iqbal, T., Tehseen, A., Anwar, M., Masooma, S., Bashir, A. (2020). A Short Review on Role of Nanotechnology in Daily Life. *Research & Reviews: Journal of Computational Biology*. 8(3), pp. 24–33. Available at: <http://medicaljournals.stmjournals.in/index.php/RRJoCB/article/view/1833>
35. Iravani, S., Varma, R. S. (2020). Bacteria in Heavy Metal Remediation and Nanoparticle Biosynthesis. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 8(14), pp. 5395–5409. Available at: <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c00292>
36. Kamali, M., Costa, M. E. V., Otero-Irurueta, G., Capela, I. (2019). Ultrasonic irradiation as a green production route for coupling crystallinity and high specific surface area in iron nanomaterials. *Journal of cleaner production*.

211, pp. 185–197. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.127>

37. Keyhani, A., Ziaali, N., Shakibaie, M., Kareshk, A. T., Shojae, S., Asadi-Shekaari, M., Mahmoudvand, H. (2020). Biogenic selenium nanoparticles target chronic toxoplasmosis with minimal cytotoxicity in a mouse model. *Journal of Medical Microbiology*. 69(1), pp. 104–110. Available at: <https://doi.org/10.1099/jmm.0.001111>

38. Kim, H.W., Hong, S. H., & Choi, H. (2020). Effect of Nitrate and Perchlorate on Selenate Reduction in a Sequencing Batch Reactor. *Processes*. 8(3), 344 p. Available at: <https://doi.org/10.3390/pr8030344>

39. Kim, Y. J., Perumalsamy, H., Markus, J., Balusamy, S. R., Wang, C., Ho Kang, S., Kim, S. H. (2019). Development of *Lactobacillus kimchicus* DCY51T-mediated gold nanoparticles for delivery of ginsenoside compound K: in vitro photothermal effects and apoptosis detection in cancer cells. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*. 47(1), pp. 30–44. Available at: <https://doi.org/10.1080/21691401.2018.1541900>

40. Korde, P., Ghotekar, S., Pagar, T., Pansambal, S., Oza, R., Mane, D. (2020). Plant Extract Assisted Eco-benevolent Synthesis of Selenium Nanoparticles-A Review on Plant Parts Involved, Characterization and Their Recent Applications. *Journal of Chemical Reviews*. pp. 157–168.

41. Kurmi, B. D., Patel, P., Paliwal, R., Paliwal, S. R. (2020). Molecular approaches for targeted drug delivery towards cancer: A concise review with respect to nanotechnology. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*. 101682. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.101682>

42. Liang, S. X. T., Wong, L. S., Dhanapal, A. C. T. A., Djearmane, S. (2020). Toxicity of Metals and Metallic Nanoparticles on Nutritional Properties of Microalgae. *Water, Air, & Soil Pollution*. 231(2), 52 p. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11270-020-4413-5>

43. Luo, M., Huang, S., Zhang, J., Zhang, L., Mehmood, K., Jiang, J., Zhou, D. (2019). Effect of selenium nanoparticles against abnormal fatty acid metabolism induced by hexavalent chromium in chicken's liver. *Environmental Science and Pollution Research*. 26(21), pp. 21828–21834. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05397-3>

44. Majeed, M. I., Bhatti, H. N., Nawaz, H., Kashif, M. (2019). Nanobiotechnology: Applications of nanomaterials in biological research. *Integrating green chemistry and sustainable engineering*. pp. 581–615.

45. Markwart, B., Liber, K., Xie, Y., Raes, K., Hecker, M., Janz, D., Doig, L. E. (2019). Selenium oxyanion bioconcentration in natural freshwater periphyton. *Ecotoxicology and environmental safety*. 180, pp. 693–704. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.05.004>

46. McClements, J., McClements, D.J. (2016). Standardization of nanoparticle characterization: methods for testing properties, stability, and functionality of edible nanoparticles. *Critical reviews in food science and nutrition*. 56(8), pp. 1334–1362. Available at: <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.970267>

47. Mellinas, C., Jiménez, A., Garrigós, M. D. C. (2019). Microwave-Assisted Green Synthesis and Antioxidant Activity of Selenium Nanoparticles Using *Theobroma cacao* L. Bean Shell Extract. *Molecules*. 24(22), pp. 40–48. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules24224048>

48. Menon, S., KS, S. D., Agarwal, H., Shanmugam, V. K. (2019). Efficacy of Biogenic Selenium Nanoparticles from an extract of ginger towards evaluation on anti-microbial and anti-oxidant activities. *Colloid and Interface Science Communications*. 29, pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.colcom.2018.12.004>

49. Mohanta, D., Ahmaruzzaman, M. (2020). Addressing Nanotoxicity: Green Nanotechnology for a Sustainable Future. *The ELSI Handbook of Nanotechnology: Risk, Safety, ELSI and Commercialization*. pp. 103–112. Available at: <https://doi.org/10.1002/9781119592990.ch6>

50. Mosallam, F. M., El-Sayyad, G. S., Fathy, R. M., El-Batal, A. I. (2018). Biomolecules-mediated synthesis of selenium nanoparticles using *Aspergillus oryzae* fermented Lupin extract and gamma radiation for hindering the growth of some multidrug-resistant bacteria and pathogenic fungi. *Microbial pathogenesis*. 122, pp. 108–116. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.06.013>

51. Mukherjee, S., Nethi, S. K. (2019). Biological Synthesis of Nanoparticles Using Bacteria. In *Nanotechnology for Agriculture*. Springer, Singapore. pp. 37–51.

52. Muthu, S., Raju, V., Gopal, V. B., Gunasekaran, A., Narayan, K. S., Malairaj, S., Perumal, P. (2019). A rapid synthesis and antibacterial property of selenium nanoparticles using egg white lysozyme as a stabilizing agent. *SN Applied Sciences*. 1(12), 1543 p. Available at: <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1509-x>

53. Mykhaylenko, N. F., Zolotareva, E. K. (2017). The effect of copper and selenium nanocarboxylates on biomass accumulation and photosynthetic energy transduction efficiency of the green algae *Chlorella vulgaris*. *Nanoscale research letters*. 12(1), 147 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/s11671-017-1914-2>

54. Orr, S. E., George, H. S., Barnes, M. C., Mathis, T. N., Joshee, L., Barkin, J., Bridges, C. C. (2019). Co-administration of Selenium with Inorganic Mercury Alters the Disposition of Mercuric Ions in Rats. *Biological trace element research*. pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01835-y>

55. Parsameher, N., Rezaei, S., Khodavasiy, S., Salari, S., Hadizade, S., Kord, M., Mousavi, S. A. A. (2017). Effect of biogenic selenium nanoparticles on ERG11 and CDR1 gene expression in both fluconazole-resistant and-susceptible *Candida albicans* isolates. *Current medical mycology*. 3(3), 16 p. Available at: <https://doi.org/10.29252/cmm.3.3.16>

56. Pouri, S., Motamedi, H., Honary, S., Kazeminezhad, I. (2017). Biological synthesis of selenium nanoparticles and evaluation of their bioavailability. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 60 p. Available at: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2017160452>

57. Preedy, V. R. (2015). *Selenium: Chemistry, Analysis, Function and Effects*. Royal Society of Chemistry.

58. Rahman, Z., Singh, V. P. (2020). Bioremediation of toxic heavy metals (THMs) contaminated sites: concepts, applications and challenges. *Environmental Science and Pollution Research International*. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08903-0>

59. Rajeshkumar, S., Veena, P., Santhiyaa, R. V. (2018). Synthesis and Characterization of Selenium Nanoparticles Using Natural Resources and Its Applications. In *Exploring the Realms of Nature for Nanosynthesis*. Springer, Cham. pp. 63–79. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-99570-0_4

60. Regulacio, M. D., Yang, D. P., & Ye, E. (2020). Toward greener methods of producing branched metal nanostructures. *Cryst Eng Comm.* 22(3), pp. 399–411.
61. Rehan, M., Alsohim, A. S., El-Fadly, G., Tisa, L. S. (2019). Detoxification and reduction of selenite to elemental red selenium by *Frankia*. *Antonie van Leeuwenhoek.* 112(1), pp. 127–139. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10482-018-1196-4>
62. Rentería, V., Franco, A. (2019). Metal Nanoparticles Dispersed in Epoxy Resin: Synthesis, Optical Properties and Applications. In *Reviews in Plasmonics 2017*. Springer, Cham. pp. 191–228. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-18834-4_8
63. Rol N., Tsekhmistrenko S., Tsekhmistrenko O., Polishchuk V., Polishchuk S., Ponomarenko N., Seleznyova O. Lipid Peroxidation In The Body Of Different Species Of Animals And Birds. – 3rd International Conference “Smart Bio”, 02-04 May 2019. Kaunas, Lithuania. 159 p. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/4665>
64. Saadi, A., Dalir-Naghadeh, B., Asri-Rezaei, S., Anassori, E. (2020). Platelet Selenium Indices as Useful Diagnostic Surrogate for Assessment of Selenium Status in Lambs: an Experimental Comparative Study on the Efficacy of Sodium Selenite vs. Selenium Nanoparticles. *Biological Trace Element Research.* 194(2), pp. 401–409. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01784-6>
65. Sakamoto, I. K., Maintiguer, S. I., Varesche, M. B. A. (2019). Phylogenetic characterization and quantification by Most Probable Number of the microbial communities of biomass from the Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor under sulfidogenic conditions. *Acta Scientiarum. Technology.* 41, 39128 p. Available at: <https://doi.org/10.4025/actascitech-nol.v41i1.39128>
66. Salem, S. S., Fouda, A. (2020). Green synthesis of metallic nanoparticles and their prospective biotechnological applications: an overview. *Biol Trace Elem Res.* Available at: <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02138-3>.
67. Samsudin, A. A., Dalia, A. M., Loh, T. C., Sazili, A. Q. (2020). Influence of Bacterial Organic Selenium on Blood Parameters, Immune Response, Selenium Retention and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. Available at: <https://doi.org/10.21203/rs.2.23476/v1>
68. Sardar, M., Mazumder, J. A. (2019). Biomolecules assisted synthesis of metal nanoparticles. In *Environmental Nanotechnology*. Springer, Cham. pp. 1–23. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-98708-8_1
69. Shang, Y., Hasan, M., Ahammed, G. J., Li, M., Yin, H., Zhou, J. (2019). Applications of nanotechnology in plant growth and crop protection: a review. *Molecules.* 24(14), 2558 p. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules24142558>
70. Shi, L., Duan, Y., Yao, X., Song, R., Ren, Y. (2020). Effects of selenium on the proliferation and apoptosis of sheep spermatogonial stem cells in vitro. *Animal Reproduction Science.* 106330. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106330>
71. Shoeibi S., Mashreghi M. Biosynthesis of selenium nanoparticles using *Enterococcus faecalis* and evaluation of their antibacterial activities. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.* 2017, 39, pp. 135–139. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2016.09.003>
72. Shukla, A. K., Iravani, S. (2018). Green synthesis, characterization and applications of nanoparticles. Elsevier. Available at: <https://doi.org/10.1016/C2017-0-02526-0>
73. Singh, P., Kim, Y. J., Zhang, D., Yang, D. C. (2016). Biological synthesis of nanoparticles from plants and microorganisms. *Trends in biotechnology.* 34(7), pp. 588–599. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2016.02.006>
74. Singh, S. K., Kasana, R. C., Yadav, R. S., Pathak, R. (2020). Current Status of Biologically Produced Nanoparticles in Agriculture. In *Biogenic Nano-Particles and their Use in Agro-ecosystems*. Springer, Singapore. pp. 393–406. Available at: https://doi.org/10.1007/978-981-15-2985-6_21
75. Sinharoy, A., Saikia, S., & Pakshirajan, K. (2019). Biological removal of selenite from wastewater and recovery as selenium nanoparticles using inverse fluidized bed bioreactor. *Journal of Water Process Engineering.* Vol. 32. 100988. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100988>
76. Soni, R., Dash, B., Kumar, P., Mishra, U. N., Goel, R. (2019). Microbes for Bioremediation of Heavy Metals. In *Microbial Interventions in Agriculture and Environment*. Springer, Singapore. pp. 129–141. Available at: https://doi.org/10.1007/978-981-32-9084-6_6
77. Tang, S., Wang, T., Jiang, M., Huang, C., Lai, C., Fan, Y., Yong, Q. (2019). Construction of arabinogalactans/selenium nanoparticles composites for enhancement of the antitumor activity. *International journal of biological macromolecules.* 128, pp. 444–451. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.01.152>
78. Tendenedzai, J. T., Brink, H. G. (2019). The effect of nitrogen on the reduction of selenite to elemental selenium by *Pseudomonas stutzeri* NT-I. *CHEMICAL ENGINEERING.* 74 p. Available at: <https://doi.org/10.3303/CET1974089>
79. Tsekhmistrenko, S.I., Bityutskyy, V.S., Tsekhmistrenko, O.S., Melnichenko, O.M., Kharchyshyn, V.M., Tymoshok, N.O., Ponomarenko, N.V., Polishchuk, S.A., Roll, N.V., Fedorchenko, M.M., Melnichenko, Yu.O., Merzlova, H.V., Shulko, O.P., Demchenko, A.A. (2020). Effects of selenium compounds and toxic action on oxidative biomarkers in quails. *Ukrainian Journal of Ecology.* 10(2), pp. 232–239. Available at: https://doi.org/10.15421/2020_89
80. Tsekhmistrenko, O.S., Bityutsky, V.S., Spyvac, M.Y., Tsekhmistrenko, S.I., Shadura, U.M. (2017). Perspectives of cerium nanoparticles use in agriculture. *The Animal Biology. Lviv*, Vol. 19, no. 3. pp. 9–18. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1300>
81. Tsekhmistrenko, O., Tsekhmistrenko, S. (2015). Lipid peroxidation in the quails kidney under Cadmium load and Sel-Plex influence. *Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciitvarynnyctva: Zb. nauk. prac'[Technology of production and processing of livestock products: Collection of scientific works]*. Vol. 1 (116), Bila Tserkva. pp. 203–207. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/931>
82. Tsekhmistrenko, S. I., Bityutskyy, V. S., Tsekhmistrenko, O. S., Horalskyi, L. P., Tymoshok, N. O., Spivak, M. Y. (2020). Bacterial synthesis of nanoparticles: A green approach. *Biosystems Diversity.* 28(1), pp. 9–17. Available at: <https://doi.org/10.15421/012002>
83. Tsekhmistrenko, S., Bityutskii, V., Tsekhmistrenko, O. (2020). Markers of oxidative stress in the blood of quails under the influence of selenium nanoparticles. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/4763>

84. 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*. 9(3), pp. 469–476. Available at: <https://doi.org/10.15421/021870>
85. Tymoshok, N. O., Kharchuk, M. S., Kaplunenko, V. G., Bityutskyy, V. S., Tsekhmistrenko, S. I., Tsekhmistrenko, O. S., Spivak, M. Y., Melnychenko O. M. (2019). Evaluation of effects of selenium nanoparticles on *Bacillus subtilis*. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 10(4), pp. 544–552. Available at: <https://doi.org/10.15421/021980>
86. Vaishnavi, S., Thamaraiselvi, C., Vasanthy, M. (2019). Efficiency of Indigenous Microorganisms in Bioremediation of Tannery Effluent. In *Waste Water Recycling and Management*. Springer, Singapore. pp. 151–168. Available at: https://doi.org/10.1007/978-981-13-2619-6_13
87. Vaseghi, Z., Nematollahzadeh, A., Tavakoli, O. (2018). Green methods for the synthesis of metal nanoparticles using biogenic reducing agents: a review. *Reviews in Chemical Engineering*. 34(4), pp. 529–559. Available at: <https://doi.org/10.1515/revce-2017-0005>
88. Wadhvani, S. A., Shedbalkar, U. U., Singh, R., Chopade, B. A. (2016). Biogenic selenium nanoparticles: current status and future prospects. *Applied microbiology and biotechnology*. 100(6), pp. 2555–2566. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7300-7>
89. Waghmare, S. R., Mulla, M. N., Marathe, S. R., Sonawane, K. D. (2015). Ecofriendly production of silver nanoparticles using *Candida utilis* and its mechanistic action against pathogenic microorganisms. 3 *Biotech*. 5(1), pp. 33–38. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13205-014-0196-y>
90. Xu, X., Cheng, W., Liu, X., You, H., Wu, G., Ding, K., Gu, H. (2019). Selenate reduction and selenium enrichment of tea by the endophytic *Herbaspirillum* sp. strain WT00C. *Current microbiology*. pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00284-019-01682-z>
91. Yin, H., Qi, Z., Li, M., Ahammed, G. J., Chu, X., Zhou, J. (2019). Selenium forms and methods of application differentially modulate plant growth, photosynthesis, stress tolerance, selenium content and speciation in *Oryza sativa* L. *Ecotoxicology and environmental safety*. 169, pp. 911–917. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.080>
92. Yu, Q., Boyanov, M. I., Liu, J., Kemner, K. M., Fein, J. B. (2018). Adsorption of selenite onto *Bacillus subtilis*: the overlooked role of cell envelope sulfhydryl sites in the microbial conversion of Se (IV). *Environmental science & technology*. 52(18), pp. 10400–10407. Available at: <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02280>
93. Yumei, L., Yamei, L., Qiang, L., Jie, B. (2017). Rapid biosynthesis of silver nanoparticles based on flocculation and reduction of an exopolysaccharide from *arthro bacter* sp. B4: its antimicrobial activity and phytotoxicity. *Journal of Nanomaterials*. Available at: <https://doi.org/10.1155/2017/9703614>
94. Zhang, J., Wang, Y., Shao, Z., Li, J., Zan, S., Zhou, S., Yang, R. (2019). Two selenium tolerant *Lysinibacillus* sp. strains are capable of reducing selenite to elemental Se efficiently under aerobic conditions. *Journal of Environmental Sciences*. 77, pp. 238–249. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2018.08.002>
95. Zhao, P., Li, M., Chen, Y., He, C., Zhang, X., Fan, T., Luo, J. (2019). Selenium-doped calcium carbonate nanoparticles loaded with cisplatin enhance efficiency and reduce side effects. *International journal of pharmaceutics*. 570 p. 118638. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.118638>
96. Tsekhmistrenko, O.S., Bityutskyy, V.S., Tsekhmistrenko, S.I., Mel'nychenko, O.M., Tymoshok, N.O., Spivak, M.Ya. (2019). Vykorystannya nanochastynok metaliv ta nemetaliv u ptakhivnytstvi [Use of metal and non-metal nanoparticles in poultry farming]. *Tekhnolohiya vyrobnytstva I pererobky produktsiyi tvarynnytstva*, № 2, 2019 [Technology of production and processing of livestock products, no. 2, 2019]. Bila Tserkva, pp. 113–130. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3838>
97. Tsekhmistrenko, O.S., Tsekhmistrenko, S.I., Devesha, I.O., Ponomarenko, N.V., Polishchuk, V.M., Yaremchuk, T.S. (2013). Vplyv Sel-pleksu ta kadmijevogo navantazhennja na lipoperoxidaciju [Influence of Sel-plex and cadmium load on lipoperoxidation]. *Zbirnyk naukovykh prac' [Collection of scientific works]. Tehnologija vyrobnytstva i pererobky produktsiyi tvarynnytstva [Technology of production and processing of livestock products]. Issue 9 (103), pp. 16–19. Available at: http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/957*
98. Tsekhmistrenko, O.S., Bityutskyy, V.S., Tsekhmistrenko, S.I. (2020). “Zeleni” tekhnolohiyi u syntezi nanochastynok selenu [“Green” technologies in the synthesis of selenium nanoparticles]. *Shlyakhy rozvytku nauky v suchasnykh kryzovykh umovakh: tezy dop I mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi*, 28-29 travnya 2020 roku [Ways of development of science in modern crisis conditions: theses add. I International Scientific and Practical Internet Conference. May 28-29, 2020]. Dnipro, Vol. 2, pp. 506–509. Available at: http://193.138.93.8/bitstream/BNAU/4823/1/Zeleni_tekhnolohii.pdf
99. Tsekhmistrenko, O.S., Tsekhmistrenko, S.I., Bityutskyy, V.S., Mel'nychenko, O.M., Oleshko, O.A. Biomimetychna ta antyoksydantna aktyvnist' nanopoluk dioksydu ceriju [Biomimetic and antioxidant activity of cerium dioxide nanocompounds]. *Svit medycyny ta biologii*, 2018, № 1 (63) [World of Medicine and Biology, 2018, № 1 (63)]. Poltava, 2018. pp. 196–201. Available at: <https://doi.org/10.267254/2079-8334-2018-1-63-196-201>

Биологические методы синтеза наночастиц селена, их характеристики и свойства Цехмистренко О.С.

Нанотехнологии влияют на каждую сферу жизни, меняют подходы в восстановлении окружающей среды, внедряют новые методы анализа заболеваний и профилактики, лечения, доставки лекарств и генной терапии, влияющие на обеспечение экологически благоприятных альтернативных источников энергии, повышают урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность животных и птицы. Рассмотрены физические, химические, биологические методы синтеза наночастиц, селена в частности, их свойства и факторы, принимающие участие в восстановлении ионов металлов до наночастиц. Рассмотрены ограничения синтеза наночастиц, присущие биологическому методу (идентификация и выделение биоактивного фрагмента, ответственного за биоминерализацию ионов металлов, анализ способов разработки отдельных наночастиц), и факторы, способ-

ствующие интенсификации производства наночастиц (оптимизация pH, температуры, времени контакта, степени смешения, концентрации соли и изменения общего заряда функциональных органических молекул на клеточной стенке). Доказано, что эти факторы еще во время синтеза влияют на размер, морфологию, состав наночастиц и их эффективность. Суммирована модель зеленого синтеза с использованием физико-химических средств и их биомедицинские применения. Представлены организмы, используемые для синтеза NPs – наземные и морские бактерии, бактериальные внеклеточные полимерные вещества в виде биоредуктантов, грибы, дрожжи, водоросли, вирусы, микроорганизмы. Описаны биохимические способы борьбы микроорганизмов с токсичностью металлов при синтезе нанопроductии и факторы, обуславливающие токсичность металлов, которые превращаются в наночастицы (размер, форма, покрывающий агент, плотность наночастиц и тип патогена). Доказано биологическое значение селена и особенности его влияния на организм в наноразмерной шкале.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноселен, бактерии, зеленый синтез, ферменты.

The Biological methods of selenium nanoparticles synthesis, their characteristics and properties

Tsehmistrenko O.

Nanotechnologies have an impact on every sphere of life, change approaches to environmental recovery, introduce new methods of disease analysis and prevention, treatment, drug delivery and gene therapy, affect the provision of en-

vironmentally friendly alternative energy sources, increase crop yields, animal and poultry productivity. Physical, chemical, biological methods of synthesis of nanoparticles, selenium in particular, their properties and the factors participating in reduction of metal ions to nanoparticles are considered. Limitations of nanoparticle synthesis inherent in the biological method (identification and isolation of bioactive fragment responsible for biomineralization of metal ions, analysis of ways to develop individual nanoparticles) and factors contributing to the intensification of nanoparticle production (optimization of pH, temperature, contact time, mixing degree) changes in the total charge of functional organic molecules on the cell wall).

It has been proved that these factors affect the size, morphology, composition of nanoparticles and their efficiency during the synthesis. The model of green synthesis with the use of physicochemical means and their biomedical applications have been summarized. There are organisms used for the synthesis of NPs - terrestrial and marine bacteria, bacterial extracellular polymeric substances as bioreductants, fungi, yeast, algae, viruses, microorganisms. It has been demonstrated the biochemical ways of microorganisms in order to fight the toxicity of metals during the synthesis of nanoproducts and the factors that determine the toxicity of metals that are converted into nanoparticles (size, shape, coating agent, nanoparticle density and type of pathogen). The biological role of selenium and features of its influence on an organism in a nanoscale scale are shown.

Key words: nanotechnologies, nanoselenium, bacteria, green synthesis, enzymes.



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



Цехмістренко О.С.

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

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

UDC 636.2.087.8:612-017.1

**Enhancing immunity level by using
phytogenic feed additives in animal diets (review)****Aamir Iqbal¹, Abdul Qudoos¹, Ismail Bayram¹, Olena Tytariova²,
Oksana Tsekhmistrenko³, Mykhailo Slomchynskiy², Serhii Babenko²**¹*Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Faculty of Veterinary Medicine,
Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Turkey*²*Department of technology of feed, feed additives and feeding of animals, Bila Tserkva National
Agrarian University, Ukraine*³*Department of Ecology and Biotechnology, Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine* Oksana Tsekhmistrenko E-mail: oksytsekhmistrenko@gmail.com

Aamir Iqbal, Abdul Qudoos, Ismail Bayram,
Olena Tytariova, Oksana Tsekhmistrenko,
Mykhailo Slomchynskiy, Serhii Babenko.
Enhancing immunity level by using
phytogenic feed additives in animal diets
(review). Zbirnyk naukovykh prac' «Teh-
nologija vyrobnyctva i pererobky produkci
tvarynyctva», 2020. № 2. PP. 21–27.

Рукопис отримано: 27.10.2020р.

Прийнято: 13.11.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-21-27

It is established that antibiotics are one of the most important medical discoveries of 20th century and will remain an utmost way of treating disease of animals as well as of human beings. We, the human beings, get meat, milk, egg, etc. from animals being very important and inevitable part of our daily nutrition. The irrational, consecutive and extensive use of antibiotics in food producing animals particularly for growth promotion has lead to antibiotic resistance, microbial resistance and possible the drug residual threat for human beings due to consumption of milk, meat, egg, etc. It was found out that during the normal physiology the animals undergo various types of stresses mainly including environmental, pathogenic, etc which suppress the immune system as well as the GIT of animals and due to this the animals become vulnerable to different diseases which leads to immunosuppression, poor health status, increased mortality and decreased production. Due to this ban on using synthetic antibiotics in animals as antibiotic growth promoters (AGP), an alternative approach is to use phytochemicals in animals' feed for growth promotion, optimum production and enhancing or modulating the immunity level of animal. These phytogenic feed additives are important and have many properties i.e. anti-fungal, antibiotic, anti-inflammatory, antioxidant, antiviral, etc which, when supplemented with diet and fed to animals, ensure the protection and improvement of health condition, integrity of GIT and enhance the immunity level of animal. This review illustrates the importance of plant-based feed additives supplemented with other feedstuff and fed to animals particularly their role in immunomodulation to boost the immunity level on animal under stress conditions.

Key words: feed additives, phytobiotics, alternative to antibiotics, animal feeding, immunity.

Introduction

The phytogenic feed additives (PFAs), also known as phytobiotics or botanicals, are bioactive compounds extracted from plants and their products and added to animal feed to boost growth and production of food producing animals. The important bioactive compounds of PFAs are polyphenols and composition and concentration of these compounds depends on extraction technique, environmental condition, harvesting season, storage conditions, geography, plants and

part of the plant being used for this purpose. This term includes a variety of herbs or spices which are utilized in solid, dried or powder form in crude or concentrated form. Apart from these procedures to extract the bioactive ingredient, PFAs are divided into essentials oil (obtained by cold extraction, steam or alcoholic distillation) and oleoresins (extracted by non aqueous solvents) [3, 39, 40]. The mechanism of action of PFA is still not very clearly understood but is largely similar to the antioxidant, antimicrobial, antibiotic, anti-inflammatory

characteristics of the bioactive ingredients being extracted from PFAs. When mixed with animal feed, it alters the gut microbiota, reduce the microbial toxins and restore the intestinal integrity and immune status of animal which leads to optimum growth and production. PFAs impart the immunomodulatory effects e.g. increases the proliferation of lymphocytes, increases the exposure of cytokines and high antibody titer [22, 28, 32, 36, 41].

Since the time when ban was imposed on using synthetic antibiotics in food producing animals for the purpose of optimum production, growth promotion and enhancing immunity level, the search for alternate phytogetic and plant-based feedstuffs, having no side effects and considered safe to be used in animal feed, has gained a huge attraction. The main reason of this paradigm shift was antibiotic resistance, antimicrobial resistance and a possible drug residual effect in human beings. So it was a matter of public health concern which made it more sensitive and a ban was put to curtail the residual effects of antibiotics which were used in food producing animal. These phytogetic feed additives enhance the immunity level of animals and make them strong enough to bear the stress. Apart from this immunomodulation, the phytogetics also improve health status and consequently increase the production of animals [14]. Flavonoids, a group of polyphenolic compounds found in fruits and vegetables, includes two naturally occurring compounds genistein and hesperidin found in soybean and citrus, respectively, and put positive effects on health and egg production of poultry birds [37]. In some other research trials soybean isoflavones and flavonoids rich alfalfa extract were found to be beneficial on growth and production, B and T lymphocyte proliferation in broiler chicken [8, 19]. In another study it was reported that flavonoids and their extracts had some immunomodulatory effects as well as also affected surface area, villus length of small intestine and improved the overall gut health of poultry birds [14, 17, 38].

In a study trial it was observed that *Morinda citrifolia* plant juice extracts enhanced the proliferation of CD4 and CD8 T cell in newly born calves and it positively modulated the immunity level of animals [6]. In a research study performed by [35] the immunomodulatory effects of *Morinda citrifolia* was observed in poultry birds when fresh juice of the plant was supplemented 5% mixed in water and it boosted both the humoral (B cell mediated) and cellular (T cell mediated) immunity level in broiler chickens. It was also observed that humoral immunity response was statistically significant ($p < 0.05$) in the treated birds as compared to that of control group and the peak response was seen in 1st week of post infection.

The pathogenic organisms and other environmental stressor can destroy the animal tissues and cells and if this destruction keeps on going, a time will come when concentration of reactive oxygen species (ROS) is increased which causes lipid peroxidation and oxidative damage of cell membranes and it challenges the immunity status of animal. If there is no antioxidant to neutralize ROS it triggers the inflammation in which various types of cells are sent to the inflammation site after the cytokines and chemokines are secreted. It is normal physiological response of body towards pathogenic microbes entering the body and to fight against the infection [4, 7, 25]. GIT is the first site where food is degraded and absorbed and pathogens reach there by destroying the mucus membranes. So the protection of GIT is of great importance to ensure the optimum health and production of animals and it also boosts the immunity level of the animal [7]. The animals react to the external stressors by decreasing feed intake which decreases body weight; these stressors whether are of exogenous or endogenous nature depress the immune response, damage the gut integrity and leads to low growth and production of animals that poses economic losses every year. The antibiotics are used for growth promotion as well as to enhance the immunity level of the animals but due to the detrimental effects of antibiotics, ban was imposed, in 2006 by European Union, on the use of antibiotics in food producing animals for growth promotion purpose. So an alternative approach is made by using phytogetic feed additives in the diets of animals for the purpose of growth promotion, optimum production as well as enhancing the immunity level of animals [7, 29].

Effect of phytochemicals on immune response

The active constituents of plants, phytochemicals, are broadly categorized into two main groups: terpenes and terpenoids. These compounds are extracted from different parts of plant by adopting different procedures however the powder form is most widely and commonly used [16, 27].

Oregano belongs to botanical family of Labiate and includes widely distributed plant species *Origanum vulgare*, *O. onites*, etc containing a very important bioactive compound carvacrol and these are commonly used as feed additives in animals. A study was conducted by [30] in which oregano essential oil (OEO) was supplemented 300 ppm along with basal diet of broiler chickens and resulted in production of higher antibody titer; more specifically high titer of immunoglobulin G (IgG). Another study revealed that high doses (500 and 1000 ppm) of OEO supplementation resulted in enhanced immunity level in the broiler

birds which were vaccinated with new castle disease and avian influenza virus [13]. In swine higher thymus lymphocytic immune cell concentration was observed on 14th day of lactation when OEO was supplemented 250 ppm in the diet which resulted in positive immunomodulatory effects [13]. The concentration of coccidian oocysts in excreta was lowered, improved growth and a better immune response was observed when the broiler diet was supplemented with OEO 300 ppm or mixture of carvacrol and thymol was added 300 ppm [2].

A research trial was performed by [31] in which cinnamon was supplemented in broiler diet 0.4% and 0.8% (doses of 100 and 200 ppm essential cinnamon oil) led to improved body weight from 1-6 week, improved FCR, increased hemoglobin and leukocytes concentration in blood of broiler chicken [1]. On the other hand positively modulated immune response was observed in 21 day old broilers which were given 5 g/L of drinking water [33]. The table shows some recommendations for the use of phytogetic feed additives in animal nutrition.

The phytogetic feed additives are composed of herbs, spices, essential oils, extracts, bioactive compounds which have an overall positive effect on growth promotion, optimum production and enhancing the immunity level up to extent to make them resistant to disease [38, 40]. After the chickens were immunized and infected with *Eimeria tenella* the phytonutrient supplemented diets were fed to the birds and it resulted in increased body weight, higher antibody titer and an increased lymphocytes proliferation as compared

to the birds who were not fed the supplemented diets [26]. Caprylic acid, an organic acid, when it was supplemented to broiler chickens; it lowered the degree of infection caused by *Salmonella enterica*. This acid down-regulated the gene of bacterium responsible for invasion of epithelial cells and ultimately it ensured the immunomodulation in broiler chickens [23].

Prebiotics are macromolecules defined as “nonviable feed components which are beneficial for host after the gut’s microbial modulation” [10]. These are either taken from plant or synthesized by the microbes. The mannanoligosaccharide (MOS), extracted from the outer cell wall layer of *Saccharomyces cerevisiae*, is used as a prebiotic supplement in broiler chicken diets and is reported to enhance immunity level [18, 34].

Challenges of using phytogetic compound in animal feed

Due to the complex composition, sometimes it becomes difficult to systematically and comprehensively evaluate the phytochemicals to use them in feedstuff. There can be some challenges regarding how to use these compounds in feed due to possible side effects (toxic, unpleasant odor), regularity and legal affairs and their possible interaction (good or bad) with rest of the other ingredients of feedstuff [12, 15]. There is a dire need to have a state-of-the-art and well developed analytical method to quantify the phytochemicals before being added to the animal feedstuff. The phytoneutrients are natural and organic substitute to the synthetic antibiotics and are considered safe by FDA USA but an authentic and complete as-

Table 1 – The recommendations for animal nutrition

Phytogetic material	Species in which can be used	Supplemented form	Dose rate	Immune response	Reference
Echinacea purpurea L.	Broiler,	Ariel part of plant, powder	5-10 g/kg diet	Higher antibody titer against ND	[24]
	Laying hens	Juice	0.25 ml.kg BW	Higher WBC cells	[5]
Oregano	Broilers	Essential oil	300 ppm in diet	Higher IgG titer	[30]
Cinnamon		Powder	4 and 8 g/kg diet	High lymphocytes	[31]
Turmeric		Rhizome powder	2.5, 5 and 7.5 g/kg diet	Higher IgA, IgG and IgM titer	[9]
Thyme		Oil extract	100 and 200 ppm in diet	Higher WBC cell	[1]

assessment protocol, encircling all the procedures to analytically ensure and quantify the bioactive compounds before being used in animal feed, is still needed [11].

Relevant literature

A research study was performed on 720, 1 day old Arbor Acres broiler chicks by adding two flavonoid compounds genistein and hesperidin found in soybean and citrus in the diets. The objective of the trial was to check the effects of these flavonoids on immunity and intestinal morphology of poultry birds. On 16th, 18th and 20th day one half of the birds from each group were injected *Escherichia coli* intraperitoneally 250 µg/kg of body weight to induce immunological response. The samples were collected on 21st and 42nd day of trial and it was observed that the compounds enhanced the immunity level by improving phagocytosis and due to which statistically significant immunomodulatory effect ($p < 0.05$) was observed. Other parameters were also improved but no effect was seen on feed intake, body weight gain and FCR of broilers. In conclusion it was observed that the phytogetic feed additives boosted the immunity level and improved gut health of broiler chickens [20].

An experiment was conducted on 336, one day old broiler (Ross 308) chicks to observe the comparative impact of *Echinacea purpurea* (EP) with standard antibiotic on growth promotion, carcass quality and immune level. The chicks were divided into 7 different treatment groups. Group 1 was control and only fed the basal diet, group 2 was given basal diet + antibiotic (4.5 mg flavophospholipol/kg diet), group 3 was fed basal diet + powder of dried aerial parts of EP (5 g/kg diet), group 4 was given basal diet + powder of dried aerial part of EP (10 g/kg diet), group 5 was supplemented with basal diet + powder of dried aerial part of EP (0.25 g/kg diet), group 6 was fed basal diet + powder of dried aerial part of EP 5 g/kg diet but EP was supplemented continuously for 3 days followed by break of 11 days and last group was given basal diet + powder of dried aerial part of EP 10 g/kg diet but EP was supplemented continuously for 3 days followed by break of 11 days. At 28th and 31st day the blood sampling was done to analyze the immune status. The overall results showed that supplementation of EP 5 g/kg diet had statistically significantly better ($p < 0.05$) daily feed intake, daily weight gain and higher antibody titer against Newcastle virus and sheep red blood cell (SRBC) as compared to rest of other treatments groups [24].

A study trial was conducted in Ferdowsi University of Mashhad, Iran, on 200, 1 day old Ross broiler chicken to check the immunomodulatory effect of turmeric rhizome powder (TRP). The

chicks were divided into 4 main treatment groups and 5 replicates which were composed of 10 birds each and these groups were supplemented with corn-soybean meal having TRP at the concentration of 0%, 0.25%, 0.50% and 0.75%. On 14th day one bird from each replicate was infected with 0.2 ml of 5% SRBC while the blood sampling was done at 21st and 42nd day. The results showed that supplementation of TRP significantly increased IgA, IgM, and IgG as well as TRP also significantly decreased monocytes ratio. In a conclusion it was reported that TRP had positively modulated the immunity response in broiler chickens [9].

The supplementation of herbal oil has been in practice since so many years as a part of ethnoveterinary practices in animal nutrition; in fact it is a way to boost immunity and strategically control the viral diseases. An experiment trial was performed on 120 broiler chicks which were randomly divided into 4 treatment groups. Group A was not vaccinated being control group while other 3 groups were vaccinated with inactivated avian influenza and live Lasota vaccine. Oregano essential oil (OEO) was orally administered 0.005 and 0.01% to group C and group D respectively. Results showed that the oral supplementation of OEO had positive effects on performance of birds and it also positively modulated the humoral and innate immunity in birds [13].

The immunomodulatory effects of proanthocyanidins rich extract (PAE) from *Pinus radiata* bark, proanthocyanidins are natural compounds present in fruits, flowers, seeds, barks, and vegetables, were observed in specific pathogen free (SPF) White Leghorn chickens. The proliferation of mononuclear cells was increased in birds which were treated 20 mg/kg PAE for 2 weeks. On the other hand proliferation of splenocytes and bursal cells was also increased in the birds treated 5, 10 and 20 mg/kg PAE for the period of 5 weeks. The thymocytes cell proliferation was increased in birds which were treated 5 and 10 mg/kg PAE for the period of 5 weeks. The PAE enhanced the expression of T helper 1 cytokines (interferone- γ) and lowered the expression of T helper 2 cytokine (interleukins-6). So it was concluded that the PAE had an effective immunomodulatory effects on SPF white leghorn chicken [21].

In an experiment the chicks were orally injected the virulent oocysts of *Eimeria tenella* and were supplemented the mixture of two phytobiotics, VAC (carvacrol, capsicum oleoresin and cinnamaldehyde) and MC (turmeric oleoresin and capsicum oleoresin) to observe the immunomodulatory response after immunization with *Eimeria* profilin protein. After being orally infected with

Eimeria oocysts and immunized with profilin protein, the chicks were given VAC or MC supplemented diets which increased BWG, higher antibody titer and increased proliferation of lymphocytes as compared to control group. Prior to the oral infection, the MC fed immunized chickens expressed reduced interferon- γ (IFN- γ) and interleukin-6 (IL-6). After the chickens were infected they showed increased levels of IFN- γ and IL-6. On the other hand, decreased IL-17F and TNFSF15 was shown only in infected chickens when VAC supplemented diet was fed. In conclusion the VAC or MC supplemented diets showed immunomodulatory impact against avian coccidiosis [26].

An experiment was performed to comparatively analyze two commercially available oregano essential oils (OEO) mixed in broilers diets to check growth productivity and immune response of 200, 1 day old Ross 308 broiler chickens. The dietary protocol included: (1) control group, no phytobiotics, (2) mixture of phytonutrients 150 ppm, (3) OEO 300 ppm, (4) OEO 500 ppm. The results showed that higher antibody titer particularly the IgG ($p < 0.05$) was seen in the broiler which were fed OEO 300 ppm as compared to the control group [30].

Conclusion

The immunological system of animals is the first line of defense whenever the animals are subjected to heat, toxin, external, internal, environmental, pathological stress, etc. In this regard the defense system plays a pivotal role in protecting the body from these stresses and it ensures optimum health, growth and production of animal. The animal obtains energy from type of feed and the function of immune system depends on the quality of diet being fed to the animals. It also depends on how much the feed is natural and organic. The phytogenic feed additives are natural, organic and are aligned with the physiology of animal; these plant based bioactive compounds are safe for animals, do not have side effects and are also safe for the end consumers, the human beings. Since majority of the phytogenic feed stuffs have the properties of antioxidant, anti-inflammatory, so these react accordingly to modulate and boost the immunity level. The antibody titer is increased, the concentrations of leukocytes, T lymphocytes, B lymphocytes, immunoglobulins are increased which modulate and enhance the immunity level and consequently the animals become strong enough to bear the detrimental situation. In this way the GIT of animal is protected which ensures favorable site for probiotics, good health, growth, optimum production and better immunity level.

REFERENCES

1. Al-Kassie, G.A.M. (2009). Influence of Two Plant Extracts Derived From Thyme and Cinnamon on Broiler Performance. *Pakistan Vet. J.* Vol. 29(4), pp. 169–173.
2. Alp, M., Midilli, M., Kocabağlı, N., Yilmaz, H., Turan, N., Gargili, A., Acar, N. (2012). The effects of dietary oregano essential oil on live performance, carcass yield, serum immunoglobulin G level, and oocyst count in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*. Vol. 21(3), pp. 630–636. Available at: <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00551>
3. Applegate, T. J., Klose, V., Steiner, T., Ganner, A., Schatzmayr, G. (2010). Probiotics and phytochemicals for poultry: Myth or reality? *J. Appl. Poult. Res.* Vol. 19(June), pp. 194–210. Available at: <https://doi.org/10.3382/japr.2010-00168>
4. Blackwell, T.S., Blackwell, T.R., Holden, E.P., Christman, B.W., Christman, J.W. (1996). In vivo antioxidant treatment suppresses nuclear factor-kappa B activation and neutrophilic lung inflammation. *Journal of Immunology* Baltimore, Md. 1950 p.
5. Böhmer, B.M., Salisch, H., Paulicks, B.R., Roth, F. X. (2009). *Echinacea purpurea* as a potential immunostimulatory feed additive in laying hens and fattening pigs by intermittent application. *Livestock Science*. Vol. 122(1), pp. 81–85. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.07.013>
6. Brooks, V.J., Schäfer, M., Sharp, P., Xu, J., Cai, J., Keuler, N.S., Godbee, R.G., Peek, S.F., Schultz, R.D., Suresh, M., Darien, B.J. (2009). Effects of *Morinda citrifolia* (Noni) on CD4 and CD8 T-Cell Activation in Neonatal Calves. *The Professional Animal Scientist*. Vol. 7446(June), pp. 262–265. Available at: [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30716-6](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30716-6)
7. Cuzzocrea, S., Riley, D.P., Caputi, A.P., Salvemini, D. (2001). Antioxidant therapy: a new pharmacological approach in shock, inflammation, and ischemia/reperfusion injury. *Pharmacological Reviews*. Vol. 53(1), pp. 135–159.
8. Dong, X.F., Gao, W.W., Tong, J.M., Jia, H.Q., Sa, R.N., Zhang, Q. (2007). Effect of Polysavone (Alfalfa Extract) on Abdominal Fat Deposition and Immunity in Broiler Chickens. *Poultry Science*. Vol. 86(9), pp. 1955–1959. Available at: <https://doi.org/10.1093/ps/86.9.1955>
9. Emadi, M., Kermanshahi, H. (2007). Effect of Turmeric Rhizome Powder on Immunity Responses of Broiler Chickens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 6(7), pp. 833–836.
10. FAO (2007). FAO technical meeting on prebiotics. Available at: http://www.fao.org/ag/agn/files/prebiotics_tech_meeting.report.pdf
11. FDA. Food and drugs. CFR. Title 21. Vol. 6, Part 582. Available at: <http://www.access.gpo.gov/cgi-bin/cfrassemble.cgi?title=200221>
12. Friedman, M., Henika, P.R., Mandrell, R.E. (2002). Bactericidal activities of plant Essential Oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. *J. Food Prot.* Vol. 65(10), pp. 1545–1560. Available at: <https://doi.org/10.4315/0362-028x-65.10.1545>
13. Galal, A.A.A.E.G., El-Araby, I.E.S., Hassanin, O., Omar, A.E.S. (2015). Positive Impact of Oregano Essential Oil on Growth Performance, Humeral Immune Responses and Chicken Interferon Alpha Signalling Pathway in Broilers. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. Vol. 4(1), pp. 57–65. Available at: <https://doi.org/10.14737/journal.aavs/2016/4.1.57.65>
14. Giannenas, I., Tontis, D., Tsalie, E., Chronis, E.F., Doukas, D., Kyriazakis, I. (2010). Influence of dietary mushroom *Agaricus bisporus* on intestinal morphology and microflora composition in broiler chickens. *Research in Veterinary Science*. Vol. 89, pp. 78–84. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2010.02.003>

15. Guyue, Ch., Haihong, H., Shuyu, X., Xu, W., Menghong, D., Lingli, H., Zonghui, Yu. (2014). Antibiotic Alternatives: The Substitution of Antibiotics in Animal Husbandry? *Frontiers in Microbiology*. Vol. 5, 217 p. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00217>
16. Hanieh, H., Gerile, C., Narabara, K., Gu, Z., Abe, A., Kondo, Y. (2010). In vivo immunomodulatory effects of dietary purple sweet potato after immunization in chicken. *Animal Science Journal*. Vol. 44(12), pp. 2078–2085. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2009.00715.x>
17. Hassanpour, H., Moghaddam, A.K.Z., Yazdani, A., Bashi, M.C. (2010). Evaluation of intestinal morphology and nitric oxide metabolites in broiler chickens supplemented by green tea. *Comparative Clinical Pathology*. Vol. 19(1), pp. 43–47. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00580-009-0831-x>
18. Janardhana, V., Broadway, M.M., Bruce, M.P., Lowenthal, J.W., Geier, M.S., Hughes, R.J., Bean, A.G.D. (2009). Prebiotics Modulate Immune Responses in the Gut-Associated Lymphoid Tissue of Chickens. *J. Nutr.* Vol. 139 (November 2015), pp. 1404–1409. Available at: <https://doi.org/10.3945/jn.109.105007>
19. Jiang, Z.Y., Jiang, S.Q., Lin, Y.C., Xi, P.B., Yu, D.Q., Wu, T.X. (2007). Effects of soybean isoflavone on growth performance, meat quality, and antioxidation in male broilers. *Poultry Science*. Vol. 86(7), pp. 1356–1362. Available at: <https://doi.org/10.1093/ps/86.7.1356>
20. Kamboh, A.A., Zhu, W. (2014). Individual and combined effects of genistein and hesperidin on immunity and intestinal morphometry in lipopolysaccharide-challenged broiler chickens. *Poult Sci.* Vol. 93(9), pp. 2175–2183. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03971>
21. Kang, M., Mun, S.P. (2019). Effect of proanthocyanidin-rich extract from *Pinus radiata* bark on immune response of specific-pathogen-free White Leghorn chickens. *Poultry Science*. Vol. 90, pp. 977–982. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01160>
22. Kim, D.K., Lillehoj, H.S., Lee, S.H., Jang, S.I., Bravo, D. (2010). High-throughput gene expression analysis of intestinal intraepithelial lymphocytes after oral feeding of carvacrol, cinnamaldehyde, or Capsicum oleoresin. *Poultry Science*. Vol. 89, pp. 68–81. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00275>
23. Kollanoor-Johny, A., Mattson, T., Baskaran, S. A., Amalraj, M.A.R., Hoagland, T.A., Darre, M.J., Venkitanarayanan, K. (2012). Caprylic acid reduces salmonella Enteritidis populations in various segments of digestive tract and internal organs of 3- and 6- week-old broiler chickens, therapeutically. *Poultry Science*. Vol. 91(7), pp. 1686–1694. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01716>
24. Landy, N., Ghalamkari, G. (2011). The effects of *Echinacea purpurea* L. (Purple Coneflower) as an antibiotic growth promoter substitution on performance, carcass characteristics and humoral immune response in broiler chickens. *Journal of Medicinal Plants Research*. Vol. 5(11), pp. 2332–2338.
25. Lee, M.T., Lin, W.C., Yu, B., Lee, T.T. (2017). Antioxidant capacity of phytochemicals and their potential effects on oxidative status in animals - A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol. 30(3), pp. 299–308. Available at: <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0438>
26. Lee, S.H., Lillehoj, H.S., Jang, S.I., Lee, K.W., Bravo, D., Lillehoj, E.P. (2011). Effects of dietary supplementation with phytonutrients on vaccine-stimulated immunity against infection with *Eimeria tenella*. *Veterinary Parasitology*. Vol. 181(2–4), pp. 97–105. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.05.003>
27. Lin, S.S.C., Lu, T.M., Chao, P.C., Lai, Y.Y., Tsai, H.T., Chen, C.S., Yang, C.C. (2011). In vivo cytokine modulatory effects of cinnamaldehyde, the major constituent of leaf essential oil from *Cinnamomum osmophloeum* Kaneh. *Phytotherapy Research*. Vol. 25(10), pp. 1511–1518. Available at: <https://doi.org/10.1002/ptr.3419>
28. Liu, H.N., Liu, Y., Hu, L.L., Suo, Y.L., Zhang, L., Jin, F., Li, Y. (2014). Effects of dietary supplementation of quercetin on performance, egg quality, cecal microflora populations, and antioxidant status in laying hens. *Poultry Science*. Vol. 93(2), pp. 347–353. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03225>
29. McLamb, B.L., Gibson, A.J., Overman, E.L., Stahl, C., Moeser, A.J. (2013). Early Weaning Stress in Pigs Impairs Innate Mucosal Immune Responses to Enterotoxigenic *E. coli* Challenge and Exacerbates Intestinal Injury and Clinical Disease. *PLoS ONE*. Vol. 8(4), pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059838>
30. Mohiti-Asli, M., Ghanaatparast-Rashti, M. (2017). Comparison of the effect of two phytochemicals on growth performance and immune response of broilers. *Journal of Applied Animal Research*. Vol. 45(1), pp. 603–608. Available at: <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1243119>
31. Najafi, S., Taherpour, K. (2014). Effects of dietary ginger (*Zingiber Officinale*), cinnamon (*Cinnamomum*), synbiotic and antibiotic supplementation on performance of broilers. *J Anim Sci Adv.* Vol. 4, pp. 658–667.
32. Pourhossein, Z., Qotbi, A.A.A., Seidavi, A., Laudadio, V., Centoducati, G., Tufarelli, V. (2015). Effect of different levels of dietary sweet orange (*Citrus sinensis*) peel extract on humoral immune system responses in broiler chickens. *Animal Science Journal*. Vol. 86, pp. 105–110. Available at: <https://doi.org/10.1111/asj.12250>
33. Sadeghi, G., Karimi, A., Padidar, Jahromi, S., Azizi, T., Daneshmand, A. (2012). Effects of cinnamon, thyme and turmeric infusions on the performance and immune response in 1- to 21-day-old male broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Vol. 14(1), pp. 15–20. Available at: <https://doi.org/10.1590/s1516-635x2012000100003>
34. Shanmugasundaram, R., Selvaraj, R.K. (2011). Effect of killed whole yeast cell prebiotic supplementation on broiler performance and intestinal immune cell parameters. *Poultry Science*. Vol. 91(1), pp. 107–111. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01732>
35. Sunder, J., Rb, R., Kundu, A., Sakthivel, J. (2007). Immunomodulator effect of *Morinda citrifolia* in poultry. *Indian Journal of Animal Sciences*. Vol. 77(11), pp. 1126–1128.
36. Taylor, P. (2010). In vitro effects of plant and mushroom extracts on immunological function of chicken lymphocytes and macrophages. *British Poultry Science*. Vol. 51(2), pp. 213–221. Available at: <https://doi.org/10.1080/00071661003745844>
37. Ting, S., Yeh, H.S., Lien, T.F. (2011). Effects of supplemental levels of hesperetin and naringenin on egg quality, serum traits and antioxidant activity of laying hens. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 163(1), pp. 59–66. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.10.001>
38. Wallace, R.J., Oleszek, W., Franz, C., Hahn, I., Basler, K.H.C., Mathe, A., Teichmann, K. (2010). Dietary plant bioactives for poultry health and productivity. *British Poultry Science*. Vol. 51(4), pp. 461–487. Available at: <https://doi.org/10.1080/00071668.2010.506908>
39. Wielen, P.V.D., Urlings, B.A.P., Knapen, F.V. (2000). Role of Volatile Fatty Acids in Development of the Cecal Microflora in Broiler Chickens during Growth. *Applied and Environmental Microbiology*. Vol. 66(6), pp. 2536–2540. Available at: <https://doi.org/10.1128/AEM.66.6.2536-2540.2000>
40. Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., Kroismayr, A. (2008). Use of phytochemical products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*. Vol. 86(14), pp. 140–148. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459>

41. Zhang, Z.F., Kim, I.H. (2014). Effects of multistrain probiotics on growth performance, apparent ileal nutrient digestibility, blood characteristics, cecal microbial shedding, and excreta odor contents in broilers. *Poultry Science*. Vol. 93, pp. 364–370. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03314>

Підвищення рівня імунітету за допомогою фітогенних кормових добавок у раціоні тварин

Амір Ікбал, Абдул Кудуос, Ізмаїл Байрам, Елена Титарьова, Оксана Цехмістренко, Михайло Сломчинський, Сергій Бабенко

Встановлено, що антибіотики є одним із найпотужніших відкриттів у медицині ХХ століття і залишаються найефективнішим способом лікування багатьох хвороб як тварин, так і людей. Люди отримують м'ясо, молоко, яйця тощо від тварин, що є важливою і невід'ємною частиною щоденного харчування. Нераціональне, систематичне та широке використання антибіотиків для сільськогосподарських тварин, особливо для стимулювання росту, спричинило розвиток резистентності до антибіотиків, мікробної стійкості та можливої залишкової загрози для людей через споживання молока, м'яса, яєць та ін. З'ясовано, що під час нормального перебігу фізіологічних процесів тварини зазнають різних стресів, зокрема екологічного, патогенного походження тощо, які пригнічують імунну систему, а також діяльність шлунково-кишкового тракту тварин. Унаслідок цього тварини стають уразливими до різних захворювань, що призводить до імуносупресії, поганого стану здоров'я, збільшення смертності та зниження продуктивності. Через заборону на використання синтетичних антибіотиків – стимуляторів росту у тваринництві, є альтернативний підхід, який полягає у використанні фітопрепаратів у кормах тварин для стимуляції росту, оптимізації виробництва та підвищення або корекції рівня імунного статусу тварини. Ці фітогенні кормові добавки як складники раціону є важливими і мають багато властивостей, зокрема протигрибкові, антибіотичні, протизапальні, антиоксидантні, противірусні та ін., забезпечують захист та поліпшення стану здоров'я, цілісність ШКТ та підвищення рівня імунітету тварини. Цей огляд ілюструє важливість рослинних кормових добавок, що додаються до кормосумішей і згодуються тваринам, особливо їх значення в імуномодуляції для підвищення рівня імунітету у тварин в стресових умовах.

Ключові слова: кормові добавки, фітобіотики, альтернатива антибіотикам, годівля тварин, імунітет.

Повышение уровня иммунитета с помощью фитогенных кормовых добавок в рационе животных

Амир Икбал, Абдул Кудуос, Измаил Байрам, Елена Титарёва, Оксана Цехмистренко, Михаил Сломчинский, Сергей Бабенко

Установлено, что антибиотики являются одним из самых мощных открытий в медицине XX века и остаются эффективным способом лечения многих болезней как животных, так и людей. Люди получают мясо, молоко, яйца от животных, что является важной и неотъемлемой частью повседневного питания. Нерациональное, систематическое и широкое использование антибиотиков для сельскохозяйственных животных, особенно для стимулирования роста, привело к развитию резистентности к антибиотикам, микробной устойчивости и возможной остаточной угрозе для людей через потребление молока, мяса, яиц и т.д. Установлено, что во время нормального протекания физиологических процессов животные испытывают разные стрессы, в частности экологического, патогенного происхождения, которые подавляют иммунную систему, а также деятельность желудочно-кишечного тракта животных. Вследствие этого животные становятся уязвимыми к различным заболеваниям, что приводит к иммуносупрессии, плохому состоянию здоровья, увеличению смертности и снижению производительности. Из-за запрета на использование синтетических антибиотиков-стимуляторов роста в животноводстве, рассматривается альтернативный подход, который заключается в использовании фитопрепаратов в кормах животных для стимуляции роста, оптимизации производства и повышения или коррекции уровня иммунного статуса животного. Эти фитогенные кормовые добавки, как составляющие рациона, важны и имеют много свойств, в частности противогрибковые, антибиотические, противовоспалительные, антиоксидантные, противовирусные и другие, обеспечивают защиту и улучшение состояния здоровья, целостность ЖКТ и повышение уровня иммунитета животного. Этот обзор иллюстрирует важность растительных кормовых добавок, которые прилагаются к кормосмесям и скармливаются животным, особенно их значение в иммуномодуляции для повышения уровня иммунитета у животных в стрессовых условиях.

Ключевые слова: кормовые добавки, фитобиотики, альтернатива антибиотикам, кормление животных, иммунитет.



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



UDK 636.59:546.15

Effects of ambient temperature on body size and organ development in broilers

Qiao Yingying¹ , Kyselov Oleksandr² , Liu Changzhong³ 

¹ Henan Institute of Science and Technology of China and Sumy National Agricultural University of Ukraine

² Sumy National Agricultural University of Ukraine

³ Henan Institute of Science and Technology of China



Qiao Yingying E-mail: 623001806@qq.com; Kyselov Oleksandr E-mail: oleksandr.kyselov@snau.edu.ua;
Liu Changzhong E-mail: 15103733474@163.com



Qiao Yingying, Kyselov Oleksandr, Liu Changzhong. Effects of ambient temperature on body size and organ development in broilers. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytstva i pererobky produkciï tvarynnytstva», 2020. № 2. PP. 28–35.

Рукопис отримано: 27.10.2020р.

Прийнято: 13.11.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-28-35

The current study investigated the effect of poultry house temperature change on the growth and development of both broiler chickens themselves and the development of their individual organs. Following 42 days of rearing, results showed that the body oblique length, chest width, chest depth, chest angle, keel length, pelvic width, and tibial length of broilers in the low temperature group were significantly lower than those of the control group ($P < 0.05$), while the breast depth of broiler chickens in the high-temperature group was significantly lower than those in the control group ($P < 0.05$). Furthermore, low temperatures significantly increased the function of the heart, liver, spleen and pancreas of broiler chickens ($P < 0.05$). After 7 days of rearing, the bursal index of broilers in the high temperature group was significantly higher than in the control group as well as in the low temperature group ($P < 0.05$). Previous research has established that high and low temperatures significantly affect the growth and development as well as the immunity of broiler chickens, namely that low environmental temperatures have a more adverse effect on broiler chickens than high temperatures. Consequently, using and maintaining high temperatures early in rearing helps to improve the immunity of broilers and improve their performance. The results of our study provides an opportunity to provide both a theoretical and a practical basis for accurate temperature setting in poultry houses for effective breeding of broiler chickens, which will make it possible to increase the productivity of broiler chickens and increase the economic efficiency of the poultry house.

Key words: temperature, breeding, body weight, organ development, broilers chickens.

Problem statement and analysis of recent research. Broiler breeding has now become one of the most market-oriented, intensive, and large-scale industries in China's animal husbandry [1]. An important feature of today's animal husbandry is the high-density, large-group broiler breeding, so the primary issue affecting the health status and production performance of livestock and poultry is the environmental quality in the barn. Different environmental parameters have different effects on the health and growth of livestock and poultry, among which temperature is the primary environmental factor that affects the health and growth performance of livestock and poultry [2]. Too cold or too hot ambient temperature will cause

cold and heat stress to the poultry, which will reduce the resistance of the poultry body, and then affect its production performance [3]. This experiment studies the body size characteristics and organ development of broilers from high and low ambient temperatures, and provides some references for better application in animal production.

The aim of the research. At present time it's not many research about influence to the chicks-broiler environment temperature (inside of poultry house) is mostly research is focused on acute or short-term high temperature and low temperature stress, and there is little research on long-term relative high temperature and low temperature on broiler growth performance, on body

size and organ development in broilers. Therefore, this experiment passed the research the influence of relatively high temperature and low temperature on broiler growth performance, on body size and organ development in broilers, to achieve the control of broiler house environment, in order to obtain a higher feed conversion rate, improve broiler quality, maximize the performance of broiler, increase the poultry farm. The economic benefits will lay the foundation for the healthy breeding of broilers.

Material and methods of research. For research were selected 240 healthy 1-day-old avian chicks, they were selected using a single-factor completely randomized group test. All birds were vaccinated against. They were randomly divided into 3 groups of 80 chicks each groups. According to the two-stage feeding of the NRC diet, they were divided into a relatively high temperature group (HT), a control group (C) and relatively low temperature group (LT).

The initial temperature was set to 36.5°C, 33.5°C and 30.5°C, respectively. The environmental temperature of each group decreased with 0.5°C with the age (the temperature during the fattening period remained the same), and at 42th days of age, each group was reduced to 22°C, 19°C, and 16°C, and the other feeding conditions were the same. After 7th and 6th days broilers were slaughtered, then after 14th days, 21st days, 28th days, and 35th days, and 12 broilers were slaughtered at 42th days.

The experiment was carried out in Yunnan Academy of Animal Science, and each chicken house has 7.20 × 3.50 × 3.50m. There are use three chicken houses in total. The houses can automatically control temperature, humidity and ventilation. Each house provides four trough feeders and four automatic water feeders. Except for different temperatures in the house, other environmental conditions and feeding conditions are basically the same. Broilers are managed according to routine, routine immunization procedures, and free to eat and drink.

1) The premix provided the following per kg of the diet: VA 10000 IU, VD₃ 3 400 IU, VE 16 IU, VK₃ 2.0 mg, VB₁ 2.0 mg, VB₂ 6.4 mg, VB₆ 2.0 mg, VB₁₂ 0.012 mg, pantothenic acid calcium 10 mg, nicotinic acid 26 mg, folic acid 1.0 mg, biotin 0.1 mg, choline 500 mg, Zn (ZnSO₄·7H₂O) 40 mg, Fe (FeSO₄·7H₂O) 80 mg, Cu (CuSO₄·5H₂O) 8 mg, Mn (MnSO₄·H₂O) 80 mg, I (KI) 0.35 mg, Se (Na₂ SeO₃) 0.15 mg. For humidity and light, see Table 1-4.

At 1st, 7th, 14th, 28th, and 35th days, 6 broilers in each experimental group were randomly selected to measure body weight, and 12 broilers in each

experimental group were randomly selected to measure body weight and body size.

Body oblique length, chest width, chest depth, chest angle, keel length, pelvic width, tibia length, tibia circumference, main feather length, measured in accordance with the method in the "Technical Manual for Survey of Local Breed Resources of Domestic Poultry" [4]. The measurement method is as follows:

Weight: Weigh on an empty stomach with a platform (unit: kg).

Body oblique length: Measure the distance from the shoulder joint to the ischial tuberosity with a tape measure on the body surface (unit: cm).

Chest depth: Measure the distance from the first thoracic vertebra to the front edge of the keel with a caliper (unit: cm).

Chest width: Measure the surface distance between the shoulder joints with a caliper (unit: cm).

Keel length: Measure the distance from the front of the keel process to the end of the keel with a tape measure (unit: cm).

Table 1 – Basic diet composition and nutrition level

Raw material	Preliminary materials (1-21 days)	Late material (22-42 days)
Corn	60.00	66.40
Soybean meal	27.40	20.00
Corn gluten meal	6.00	8.00
Fish meal	1.00	0.00
Soybean oil	1.90	1.60
Limestone	1.10	1.20
CaHPO ₄	1.10	1.14
NaCl	0.35	0.35
DL-Met	0.07	0.06
L-Lys	0.08	0.25
Premix ^{1□}	1.00	1.00
Total	100	100
Nutrient levels ^{2□}		
ME(Mcal/kg)	2950	3000
CP	21.00	19.00
Ca	0.81	0.80
P	0.50	0.50
Lys	1.10	1.00
Met	0.50	0.38
Met+Cys	0.90	0.72
Thr	0.80	0.74
Trp	0.20	0.18

Table 2 – The temperature control of the house

Group	Age(days)													
	1 d	2d	3d	4d	5d	6d	7d	8d	9d	10d	11d	12d	13d	14d
High	36.5	36	35.5	35	34.5	34	33.5	33	32.5	32.5	32	32	31.5	31
Control	33.5	33	32.5	32	31.5	31	30.5	30	29.5	29.5	29	29	28.5	28
Low	30.5	30	29.5	29	28.5	28	27.5	27	26.5	26.5	26	26	25.5	25

Group	Age(days)													
	15d	16d	17d	18d	19d	20d	21d	22d	23d	24d	25d	26d	27d	28d
High	31	30.5	30.5	30	30	29.5	29	29	28.5	28	28	27.5	27.5	27
Control	28	27.5	27.5	27	27	26.5	26	26	25.5	25	25	24.5	24.5	24
Low	25	24.5	24.5	24	24	23.5	23	23	22.5	22	22	21.5	21.5	21

Group	Age(days)													
	29d	30d	31d	32d	33d	34d	35d	36d	37d	38d	39d	40d	41d	42d
High	27	26.5	26	26	25.5	25	25	24.5	24	24	23.5	23	22.5	22
Control	24	23.5	23	23	22.5	22	22	21.5	21	21	20.5	20	19.5	19
Low	21	20.5	20	20	19.5	19	19	18.5	18	18	17.5	17	16.5	16

Note: High means high temperature group, Control means Control group, Low means low temperature group. When the heater is lower than 1°C, the fan is turned off; when the heater is higher than 0.5°C, the fan is turned on.

Table 3 – Humidity Management

Age (days)	Relative humidity (%)
1	30-50
7	40-60
14	40-60
21	50-70
28	50-70
35	50-70
42	50-70

Pelvic width: measure the distance between two hip bone nodules with calipers (unit: cm).

Tibial length: Use a caliper to measure the straight line distance from the upper tibial joint to the third and fourth toes (unit: cm).

Tibia circumference: the circumference of the middle part of the tibia (unit: cm).

At 42th day-old, 12 broilers were weighed accurately with a bench scale, and the heart weight, liver weight, spleen weight, pancreatic weight,

bursal weight, tonsil weight, and stomach weight were weighed with an analytical balance. Calculate the organ index, the calculation formula is as follows:

Organ index = [organ weight (g) / live weight before slaughter (g)] × 100%

Statistical analyses of the data were performed using SPSS11.0. Data were evaluated by using one-way ANOVA where treatment was the main factor. Duncan test was applied to compare the mean values among the experimental groups. Data are expressed as mean ± SD.

Results and analysis. As can be seen from table 5, the average body weight of each group of broilers in each time period showed an upward trend. The body weight of broilers in the low temperature group at 14 and 42th day-old was significantly lower than that in the high temperature group and the control group ($P < 0.05$). The weight of broilers in the low-temperature group was 23.6% and 32.4% lower than that in the high-temperature and control groups, respectively, indicating that the effect of low temperature on the average body weight of broilers in each stage was greater.

Table 4 – Lighting Management

Age (days)	Light off time	Light on time	Light time (h)	Note
1			24	The first week is 30-60lux, the weight reaches 160g, and the light limitation is adjusted to 5-10lux (1 watt = 10.76 lux).
2-7	20:00	21:00	23-18	
Reached 160g	20:00	8:00	12	
22-35	20:00	2:00	18	
7 days before listing	20:00	21:00	Add 1h to 23h every day	

Table 5 – Effect of ambient temperature on average body weight of broilers at different ages (kg)

Age Group	7 days old	14 days old	21 days old	28 days old	35 days old	42 days old
High	0.13±0.01	0.32±0.01 ^a	0.63±0.03	1.00±0.03 ^b	1.53±0.15	2.18±0.09 ^a
Control	0.13±0.02	0.34±0.03 ^a	0.64±0.02	1.07±0.03 ^a	1.57±0.07	2.25±0.16 ^a
Low	0.12±0.01	0.23±0.04 ^b	0.61±0.01	1.03±0.06 ^{ab}	1.60±0.10	1.72±0.11 ^b

Note: For the same index in the table, there is a significant difference between those with different letters on the right shoulder of peers ($P < 0.05$), and those with the same letters are not significantly different ($P > 0.05$). The following table is the same.

As shown in table 6, the body oblique length, chest width, chest depth, chest angle, keel length, pelvic width, and tibial length of broilers in the low temperature group were significantly lower than those in the control group ($P < 0.05$). Chest depth was significantly lower than outside the control group ($P < 0.05$), and there were no significant differences in other indicators ($P > 0.05$). During the whole test period, the low temperature environment had a great influence on the body size of broilers.

As shown in table 7, during the whole experimental period, the number of dead cull of broiler chickens was in the order of low temperature group > high temperature group > control group. The number of dead cull in the low temperature group was 250% higher than that in the control group and 133.3% higher than that in the high

temperature group, while the rate of dead cull in the high temperature group was higher than the control group by 33.3%, indicating that the low temperature environment had the greatest effect on the broiler die panning.

As can be seen from table 8, the heart index of broilers in the low temperature group was significantly higher than those in the control group and the high temperature group at 14th, 2th, 28th, and 42th days ($P < 0.05$). The heart index of broilers in the high temperature group was significantly lower than those in the control group at 28th and 35th days ($P < 0.05$), and there was no significant difference compared with the heart index of broilers in the low temperature group ($P > 0.05$). Up to 54.7%, indicating that low temperature has a greater impact on the heart development of broilers.

Table 6 – Effect of ambient temperature on body size of 42th days broilers (cm)

Body traits Group	High	Control	Low
Body oblique length	20.5±1.09 ^a	21.0±1.28 ^a	18.73±1.62 ^b
Chest width	8.95±0.65 ^a	8.66±0.59 ^a	7.71±0.64 ^b
Chest depth	7.66±0.43 ^b	8.29±0.44 ^a	7.49±0.58 ^b
Chest angle	77.71±3.45 ^a	73.83±1.94 ^b	66.50±2.92 ^c
Keel length	13.4±0.58 ^a	13.75±0.61 ^a	12.12±0.40 ^b
Pelvic width	6.33±0.26 ^a	6.40±0.38 ^a	5.35±0.46 ^b
Tibia length	10.07±0.41 ^a	9.98±0.38 ^a	8.96±0.71 ^b
Shin circumference	5.40±0.19	5.33±0.33	5.57±0.30

Table 7 – Effect of ambient temperature on broiler mortality (%)

Dongshe	High	Control	Low
Death rate	7.5	5.0	17.5

Table 8 – Effects of ambient temperature on heart development of broilers at different ages (%)

Age Group	7 days old	14 days old	21 days old	28 days old	35 days old	42 days old
High	10.58±1.16	9.06±1.05 ^b	6.06±0.46 ^b	5.40±0.30 ^c	5.32±0.35 ^b	5.95±0.53 ^b
Control	10.05±1.28	8.36±0.48 ^b	6.31±0.34 ^b	5.92±0.16 ^b	5.93±0.28 ^a	5.39±0.51 ^b
Low	9.83±0.96	10.57±1.01 ^a	7.20±0.59 ^a	6.73±0.37 ^a	5.76±0.33 ^{ab}	8.34±1.26 ^a

As shown in table 9, the liver index of broilers in the low temperature group was significantly higher than that in the control group ($P < 0.05$), except for 21th and 35th days. The liver indices of broilers at 7th, 14th and 21th days were significantly higher than those at high temperature ($P < 0.05$). The liver indices of broilers at 35d and 42d were significantly higher than those of control group ($P < 0.05$). It showed that low temperature had an effect on the liver development of broilers during the whole experimental period, while high temperature had a greater effect on the liver development of broilers during the later growth period.

As shown in table 10, the spleen index of broilers in the low temperature group at 7th, 14th, and 35th days was significantly higher than that in the high temperature group and the control group ($P < 0.05$). The spleen index of broilers in the high temperature group at 7th days was significantly lower than that in the control group ($P < 0.05$). The spleen index of broilers at 7th, 14th, 21st days, and 35th days in the low temperature group was significantly higher than that in the high temperature group ($P < 0.05$), indicating that both high and low temperature have an effect on the spleen development of broilers, especially low temperature has a greater effect on spleen development of broilers.

As shown in table 11, the pancreas index of broilers in each group showed a decreasing trend

with age. The pancreatic index of the three groups of broilers at 14th days was significantly different ($P < 0.05$), showed as low temperature group > high temperature group > control group, at 28th days, the pancreas index of broilers in the control group and the low temperature group was significantly higher than that of the high temperature group ($P < 0.05$). The our research has established that no significant difference between the other age groups.

As shown in table 12, the bursal index of broilers in the high temperature group at 7th days was significantly higher than that in the control group and the low temperature group ($P < 0.05$). The bursal index of the low temperature group at 14th days and 42th days was lower than that of the high temperature group and the control group ($P < 0.05$). It shows that low temperature has an effect on the development of broiler bursa in the early and late growth period, and high temperature mainly affects the development of broiler bursal in the early growth period.

Discussion. When animals are in low temperature environment, gastrointestinal motility slows down, resulting in reduced feed intake [5]. Under low temperature conditions, the animal's energy intake changed from maintaining production to maintaining body temperature, resulting in weight loss, which is consistent with the results that the average body weight of chickens in the low tem-

Table 9 – Effects of ambient temperature on liver development of broilers at different ages (%)

Age Group	7 days old	14 days old	21 days old	28 days old	35 days old	42 days old
High	37.09±1.57 ^b	35.3±0.63 ^b	25.67±2.21 ^b	29.40±0.67 ^{ab}	29.28±1.05 ^a	23.57±2.19 ^a
Control	39.25±4.78 ^b	36.46±1.84 ^b	28.29±1.56 ^{ab}	27.93±2.42 ^b	24.73±1.16 ^b	20.37±1.73 ^b
Low	48.38±5.66 ^a	47.7±4.37 ^a	31.1±2.98 ^a	33.79±4.19 ^a	25.76±1.7 ^b	25.38±1.11 ^a

Table 10 – Effect of ambient temperature on spleen development of broilers at different ages (%)

Age Group	7 days old	14 days old	21 days old	28 days old	35 days old	42 days old
High	0.74±0.09 ^c	1.18±0.07 ^b	0.99±0.095 ^b	1.77±0.24	1.12±0.14 ^b	1.12±0.08
Control	1.17±0.15 ^b	1.07±0.14 ^b	1.23±0.56 ^{ab}	1.59±0.17	1.18±0.27 ^b	1.20±0.3
Low	1.71±0.26 ^a	2.21±0.65 ^a	1.82±0.48 ^a	1.88±0.71	1.59±0.26 ^a	1.25±0.25

Table 11 – Effect of ambient temperature on pancreas development in broilers at different ages (%)

Age Group	7 days old	14 days old	21 days old	28 days old	35 days old	42 days old
High	5.05±0.83	4.63±0.52 ^b	3.29±0.21	2.68±0.18 ^b	2.34±0.18	2.34±0.18
Control	4.78±0.42	3.81±0.13 ^c	3.82±0.39	3.02±0.43 ^a	2.15±0.18	2.15±0.18
Low	4.86±0.91	5.50±0.60 ^a	4.13±0.34	3.05±0.44 ^a	2.27±0.42	2.27±0.42

Table 12 – Effects of environmental temperature on the development of bursa of broilers at different ages (%)

Age Group	7 days old	14 days old	21 days old	28 days old	35 days old	42 days old
High	2.06±0.48 ^a	2.55±0.39 ^a	2.53±0.31	1.43±0.06	0.82±0.19	0.82±0.19 ^a
Control	1.42±0.15 ^b	2.52±0.11 ^a	2.46±0.09	1.28±0.14	0.72±0.09	0.74±0.1 ^a
Low	1.58±0.43 ^b	2.06±0.21 ^b	2.37±0.46	1.82±0.51	0.61±0.2	0.50±0.06 ^b

perature group was significantly lower than that in the control group at 42th days ($P < 0.05$). At the same time, low temperature stress significantly increased the mortality of broiler chickens and significantly reduced the feed conversion rate [6], which is consistent with the results that the mortality rate of chickens in the low temperature group at 42th days was higher than that of the control group by 250%. The adverse effects of chickens in low temperature environments are directly reflected in growth performance. The energy intake of chickens is first used to maintain body temperature, and secondly to maintain production. When chickens are under low temperature conditions, the part of energy that was originally used to maintain production is also used to maintain body temperature, which causes feed intake. Increased input, as well as increased basal metabolic rate and decreased energy reserve. In the low temperature environment, the chickens need to maintain energy, increase feed intake, reduce digestion rate, cause slow growth and lower production levels [7]. The body size traits of poultry are important contents of breed characteristics, and also important apparent traits to measure production performance [8]. The body oblique length, chest width, chest depth, chest angle, keel length, pelvic width, and tibial length of the chickens in the low-temperature group were significantly lower than those in the control group ($P < 0.05$), indicating that low temperature significantly affects the growth and development of broilers, resulting in slowed growth. Compared with the high temperature group, the broiler chickens in the low temperature group still had significantly reduced body oblique length, breast width, breast angle, keel length, pelvic width, and tibial length ($P < 0.05$), it shows that the adverse effect of low temperature on the growth and development of broilers is greater than that of high temperature.

High temperature stress reduces feed consumption and reduces metabolic heat production. In order to maintain calorie balance, it results in lower weight gain and higher mortality [9]. The results are consistent with the mortality of broilers in the high temperature group increased by 33.3% compared with that in the control group. High temperature stress reduces the absorption and utilization of nutrients in broilers, often accompanied by changes in chicken physiology and behaviour, such as growth rate, feed conversion rate, survival rate, decreased immunity, and even causes chicken death to negatively affect productivity impact [10]. In the results of this test, most body measurements such as oblique length, chest width, keel length, pelvic width, tibial length, and tibial circumference of broilers in the high tem-

perature group were not significantly different from those in the control group ($P > 0.05$). This result is consistent with the effect of high temperature on the weight of broilers in this experiment, indicating that high temperature has little effect on the growth and development of broilers under this test condition.

The effective deposition of nutrients in poultry mainly reflects the growth and development of musculoskeletal and other organs. The growth and development stages and physiological functions of animals are often expressed by organ index [11]. The organ index is one of the important biological characteristics of animals. The heart, liver, and pancreas are important metabolic and digestive organs in the body [12]. Among the organ index indicators in this test, the heart index, liver index, spleen index, and pancreas index of broilers in the hypothermia group were higher or significantly higher than those in the control group ($P < 0.05$). It shows that the low temperature environment affects the development of organs and organs, which may cause these organs to hypertrophy. This may be because chickens growing at low temperatures need higher oxygen levels, and their cardiopulmonary system cannot provide enough oxygen to meet their needs, causing Increased symptoms of heart failure [11]. The results of low temperature environment affecting organ development are consistent with the conclusion that the low temperature environment reported by Liao Man et al. [13] significantly increased the relative weight of the heart.

Studies show that low temperature stress can affect neuroendocrine, antioxidant and immune system functions [14]. Some tests have shown that cold stress affects the production of immune cells in the body. Hyaline brown chicks reared under long-term cold stress have significantly reduced alkaline granulocytes and H/L (heterophil/ lymphocyte) [15]. Low temperature stress can reduce the body's resistance to disease and reduce cellular immune function. It will also affect the functions of the neuroendocrine system, antioxidant system and immune system. Low temperature stress can significantly affect the immune system of mice, humans and chicken ($P < 0.05$) [16]. It has also been reported that cold stress suppresses humoral immunity in rats and reduces cellular immunity in chickens [17]. Immune organs are one of the important goals of low temperature stress. Low temperature stress induces oxidative stress in tissues by affecting the activity of antioxidant enzymes in immune organs, which affects the immune function of chicks. In addition, research has shown that the effect of low temperature stress on the immune response may depend on the duration of stress and

the intensity of the stress [18,19]. The bursal and spleen are important immune organs in the body to participate in the cellular and humoral immunity of the whole body. The level of the immune organ index represents the developmental status of the immune organs of the birds and the strength of the body functions. An increase in the relative weight of the organ means an increase in the body's immunity, and a decrease in the relative weight of the organ means a decrease in the immunity [12]. The bursal index of 14th and 42th-day-old broilers in the low temperature group was lower than that in the high temperature group and the control group ($P < 0.05$). Broilers in the low-temperature group became smaller in the early and late stages of growth, indicating that low temperature reduced the immune function of broilers. Exposure to periodic high ambient temperatures will lead to changes in metabolism, physiology and cellular levels, reducing specific physiological mechanisms and immune functions of broilers [20]. In the results of this test, the liver index of broilers in the high temperature group was higher than that in the control group starting from 28th days and the heart to 42th days. The effect of hypertrophy of broiler organs caused by high temperature was only shown later, and the effect was slower than that of low temperature. The spleen index was not significantly different between the high temperature group and the control group ($P > 0.05$), and the bursa of broilers in the high temperature group in the early growth stage (before 7th days) became larger, indicating that under this test condition, the appropriate high temperature in the early stage is beneficial to improve the immune function. The high temperature environment may affect the development of broiler organs, but the effects on different organs are different.

Conclusion. Low temperature reduces the body weight and body size of broilers, and the effect of low temperature on body size development of broilers is greater than high temperature. The low temperature makes the heart, liver, and spleen of broilers larger. The bursa of broilers in the high-temperature group in the early growth period becomes larger, and the bursa of broilers in the low-temperature group in the later growth period becomes smaller.

REFERENCES

1. Zheng, Maiqing., Zhao, Guiping., Li, Peng., Wen, Jie. (2014). Investigation and analysis of the current status of large-scale development of broiler breeding in China [J]. *China Poultry*, 36 (16), pp. 2–7. Available at: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-1085.2014.11.004>
2. Zhong, Xiang., Li, Gang., Xu, Shenglin., Chen, Junjie., Wang, Tian. (2013). Effects of chicken house environmental factors on the health and growth of laying hens [J]. *Animal Husbandry and Veterinary Medicine*. 45 (03), pp. 101–103.
3. Donkoh, A., Atuahene, C. C. (1988). Management of environmental temperature and rations for poultry production in the hot and humid tropics [J]. *Int J Biometeorol*. 32(4), pp. 247–253. Available at: <https://doi.org/10.1007/BF01080023>
4. Chen, Weisheng., Xu, Guifang. (2005). *Technical Manual for Survey of Livestock and Poultry Genetic Resources* [M]. China Agricultural Press, ISBN 7-109-09604-1
5. Li, Shaoyu., Wei, Fengxian., Xu, Bin. (2014). Effects and countermeasures of environmental stress on broilers [J]. *Journal of Animal Nutrition*. (10), pp. 3114–3121. Available at: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-267x.2014.10.024>
6. Li, Lijuan., Wang, An., Lu, Yan. (2009). Effects of cold stress on growth performance, immunity and antioxidant function of broilers [J]. *China Feed*. (17), pp. 42–43. Available at: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-3314.2009.17.013>
7. Li, Rulan. (2009). Impact of cold stress on chickens and its control measures [J]. *Poultry Science*. 2, pp. 48–50. Available at: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-1085.2009.02.023>
8. Fan, Jiaying. (2009). Investigation of Gushi White Goose Breeds and Correlation Analysis of Body Size Traits and Microsatellite DNA Markers [D]. Henan Agricultural University. Available at: <https://doi.org/10.7666/d.y1574391>
9. Quinteiro-Filho, W.M., Rodrigues, M.V., Ribeiro, A. (2012). Acute heat stress impairs performance parameters and induces mild intestinal enteritis in broiler chickens: role of acute hypothalamic-pituitary-adrenal axis activation [J]. *J Anim Sci*. 90(6), pp. 1986–1994. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2011-3949>
10. Wang, Qijun. (2006). Effects of high temperature environment on fat deposition and lipid metabolism of Beijing You chickens at different growth stages [D]. Xianyang: Northwest A & F University. Available at: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-3924.2005.03.014>
11. He, Dagan., Sun, Guorong., Shen, Hongmin. (2005). Preliminary study on the growth and development of digestive organs in meat goose [J]. *Shanghai Journal of Agricultural Sciences*. 21 (3), pp. 59–63. Available at: <https://doi.org/10.3969/j.issn.10003924.2005.03.014>
12. Ma, Deying., Shan, Anshan., Li, Qundao. (2004). Effects of Chinese herbal medicine additives on growth performance and immune function of laying hens [J]. *Journal of Animal Nutrition*. (02), pp. 36–40. Available at: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-267X.2004.02.007>
13. Liao, Man., Cheng, Qiang., Li, Yehan. (2016). Effects of glycerol trilactate on production performance, antioxidant capacity and energy metabolism of cold-stressed broilers [J]. *Chinese Poultry*. (02), pp. 18–24. Available at: <https://doi.org/10.16372/j.issn.1004-6364.2016.02.005>
14. Chen, X., Jiang, R., Geng, Z. (2012). Cold stress in broiler: global gene expression analyses suggest a major role of CYP genes in cold responses [J]. *Mol Biol Rep*. 39 (1), pp. 425–29. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11033-011-0754-x>
15. Li, Rongxia., Sun, Guozhi., Zhao, Wei. (2005). Effects of cold stress on some blood phase changes in Hailan chicks [J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*. 08, pp. 40–41. Available at: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-7034.2005.08.021>
16. Brenner, I.K., Castellani, J.W., Gabaree, C. (1985). Immune changes in humans during cold exposure: effects of

prior heating and exercise [J]. Appl Physiol. 87(2), pp. 699–710. Available at: <https://doi.org/10.1055/s-2007-971155>

17. Rybakina, E.G., Shanin, S.N., Kozinets, I.A. (1997). A Cellular mechanisms of cold stress-related immunosuppression and the action of interleukin 1[J]. Int J Tissue React. 19(3-4), pp. 135–140.

18. Hangalapura, B.N., Nieuwland, M.G., Vries, R.G. (2003). Effects of cold stress on immune responses and body weight of chicken lines divergently selected for antibody responses to sheep red blood cells [J]. Poult Sci. 82(11), pp.1692–1700.

19. Zuo, J., Xu, M., Abdullahi, Y. A. (2015). Constant heat stress reduces skeletal muscle protein deposition in broilers [J]. J Sci Food Agric. 95(2), pp. 429–436. Available at: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6749>

20. Coble, D. J., Fleming, D., Persia, M. E. (2014). RNA-seq analysis of broiler liver transcriptome reveals novel responses to high ambient temperature [J]. BMC Genomics, 15(1), 1084 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/1471-2164-15-1084>

Вплив температури навколишнього середовища на розмір тіла і розвиток органів у бройлерів

Цзао Иньинь, Кисельов О.Б., Лю Чанчжун

Вивчено вплив різної температури у птичнику на ріст та розвиток як самих курчат-бройлерів, так і розвиток у них окремих органів. Дані досліджень довели, що такі показники як коса довжина тулуба, ширина грудей, глибина грудей, кут грудей, довжина кіля, ширина таза і довжина великої гомілкової кістки у бройлерів з низькотемпературної групи були значно нижче, ніж у контрольній групі ($P < 0,05$), разом з тим показник як глибина грудей курчат-бройлерів у високотемпературній групі також був значно нижче, ніж у контрольній групі ($P < 0,05$) через 42 доби вирощування. Дослідження довели, що низька температура збільшує навантаження на роботу серця, печінки, селезінки та підшлункової залози курчат-бройлерів ($P < 0,05$). Бурсальний індекс бройлерів через 7 діб після вирощування у групі з високою температурою був значно вище, ніж у контрольній групі, а також в групі з низькою температурою ($P < 0,05$). На основі досліджень встановлено, що високі та низькі температури істотно впливають на ріст та розвиток, а також імунітет курчат-бройлерів, зокрема низька температура має більш негативний вплив на курчат-бройлерів, порівнюючи з високою температурою. Використання і підтримання високої температури на ранній стадії вирощування

допомагає підвищити імунітет курчат-бройлерів і поліпшити продуктивність. Дані досліджень забезпечують як теоретичну, так і практичну основу для точного встановлення температури в птичниках та ефективного розведення курчат-бройлерів, що надалі дасть змогу підвищити продуктивність курчат-бройлерів і збільшити економічну ефективність роботи птичників.

Ключові слова: температура, розведення, приріст маси тіла, розвиток органів, курчата-бройлери.

Влияние температуры окружающей среды на размер тела и развитие органов у бройлеров

Цзао Иньинь, Киселев А.Б., Лю Чанчжун

Изучено влияние различной температуры в птичнике на рост и развитие как самих цыплят-бройлеров, так и развитие у них отдельных органов. Данные исследований доказали, что такие показатели как косая длина туловища, ширина груди, глубина груди, угол груди, длина килей, ширина таза и длина большой берцовой кости у бройлеров с низкотемпературной группы были значительно ниже, чем в контрольной группе ($P < 0,05$), при этом такой показатель как глубина груди у цыплят-бройлеров в высокотемпературной группе также был значительно ниже, чем в контрольной группе ($P < 0,05$) через 42 суток выращивания. Исследования доказали, что низкая температура увеличивает нагрузку на работу сердца, печени, селезенки и поджелудочной железы цыплят-бройлеров ($P < 0,05$). Бурсальный индекс бройлеров через 7 суток выращивания в группе с высокой температурой был значительно выше, чем в контрольной группе, а также в группе с низкой температурой ($P < 0,05$). На основе исследований установлено, что высокие и низкие температуры существенно влияют на рост и развитие, а также иммунитет цыплят-бройлеров, а именно низкая температура имеет более негативное влияние на цыплят-бройлеров по сравнению с высокой температурой. Использование и поддержание высокой температуры на ранней стадии выращивания помогает повысить иммунитет цыплят-бройлеров и улучшить их продуктивность. Данные исследований обеспечивают как теоретическую, так и практическую основу для точного установления температуры в птичниках и эффективного разведения цыплят-бройлеров, что в будущем даст возможность повысить продуктивность цыплят-бройлеров и увеличить экономическую эффективность работы птичников.

Ключевые слова: температура, разведение, прирост массы тела, развитие органов, цыплята-бройлери.



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

Qiao Yingying
Kyselov Oleksandr
Liu Changzhong

ID: <https://orcid.org/0000-0002-0090-6430>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-0134-7893>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-7014-4486>



UDC 636.92.033.084.52

Comparative assessment of fattening qualities of rabbits of different breeds under the conditions of the private farm

Lastovska I.O. , Pirova L.V. , Kosior L.T. , Borshch O.O. , Borshch O.V.

Bila Tserkva National Agrarian University

 Lastovska I.O. E-mail: Irinalastovska85@gmail.com



Lastovska I.O., Pirova L.V., Kosior L.T., Borshch O.O., Borshch O.V. Comparative assessment of fattening qualities of rabbits of different breeds under the conditions of the private farm. *Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytstva i pererobky produkciï tvarynnytstva»*, 2020. № 2. PP. 36–43.

Рукопис отримано: 16.10.2020р.

Прийнято: 30.10.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-36-43

A comparative assessment of the fattening qualities of rabbits of different breeds on a farm with an intensive technology of rabbit meat production was carried. The material for the study was a herd of rabbits of meat and skin breeds: Gray Giant Flander, Californian, Silver Fox. The experiment was carried by the group method. For this purpose, 30 rabbits were selected at 45 days of age and 3 groups of 10 heads were formed. Analogue rabbits were selected by breed, age, live weight, sex. The experimental livestock was housed in a shed-type room equipped with 4 rows of mesh cages arranged in two tiers, in which bunker feeders and nipple drinking bowls were installed.

The animals were fed with pellets compound feed with the addition of leguminous Herbal hay. Compound feed was distributed from bunker self-feeders, Herbal hay – from feeders (mangers). The rabbits were watered from nipple drinkers, which provided the animals with constant access to food and water. In the course of the research, the live weight of rabbits, absolute and average daily gain, relative growth rate and feed costs were studied.

It has been found that the Californian rabbits fulfill their growth potential better than the Silver Fox and Gray Giant Flander rabbits. Average daily gains in rabbits of the Californian breed were 1.8 g higher compared to analogs of the Silver Fox breed and 1.18 g higher than in the Gray Giant Flander. In terms of live weight, at the end of the experiment, the Californian rabbits were dominated by analogs of the Silver Fox breed by 116.7 g and by 90 g of Gray Giant Flander rabbits. The level of profitability of raising young rabbits for meat of the Californian breed was 12.2 %, and the Gray Giant Flander and Silver Fox breeds, respectively – 3.8 and 4.0 %.

Key words: fattening qualities, Gray Giant Flander, Silver Foxy breed, Californian breed, average daily gains, economic efficiency.

Problem statement and analysis of recent researches. Rabbit farming is a dynamic and highly efficient branch of industry. In fact, it is the only one (except for poultry farming) that allows to pay back the invested funds in the shortest possible time and to receive considerable dividends. In some countries it has become an independent livestock industry. As a result of the production concentration the farms with rational technologies, step by step exclude small traditional rabbit shed [1, 2, 3].

Common to all countries where developed rabbit breeding is that at the early stages of the industry's development, the main attention is

paid not only to feeding but also improving of the breeds' nutritional quality and feed-conversion efficiency [4].

Fecundity, high energy of growth, feed-conversion efficiency and considerable demand for rabbit meat lead to a positive trend of rabbit breeding in Ukraine. For the last 10 years, there has been a steady increase in the stock of the main herd [5, 6].

Knowledge and ability to use the biological characteristics of rabbits contributes to the successful breeding and raising for meat [7].

Formation of meat production technology involves the production of rabbit meat at an indus-

trial basis through the fullest use of their valuable biological property - high energy growth during the first 2–3 months of life [8]. This is achieved through year-round keeping of rabbits indoors with complete mechanization of basic painstaking processes, stable optimal microclimate, complete feeding, and selection of the most adapted for this technology breeds [9, 10]. Rabbit skin under this technology is considered as a byproduct [11]. Therefore, analyzing the state of this industrial branch and the prospects for further development of meat rabbit breeding, **the aim of the research** was to make a comparative assessment of the fattening qualities of rabbits of Silver Fox, Gray Giant Flander and California (brush rabbit) breeds.

Material and methods of research. The studies were conducted on the basis of a private

rabbit farm located in the Cherkasy district of Cherkasy region during the period from September 15 till November 15, 2019. The study was based on the stock of rabbits of meat breeds: Gray Giant Flander, Californian (brush rabbit), Silver Fox.

The subject of the study was infant rabbits of the above mentioned breeds. Regularities of growth and development of rabbits were studied in the process of formulation of the experiment. The experiment was carried out by the method of groups according to the scheme shown in table 1. For this purpose, 10 rabbits of each breed of 45-day age, live weight 686–715 g were selected.

Groups of young animals were formed during their removing from fattening. Age (days), breed, live weight, sex of infant rabbits was taken into

Table 1 – Scheme of the experiment

Indexes	Breeds		
	Silver Fox	Gray giant	Californian (brush rabbit)
Number of rabbits, heads	10	10	10
Age, days:			
– when placing for growing;	45	45	45
– when removing from fattening	120	120	120
Live weight when placing for growing, g	710,2±2,6	686,3±8,1	715,0±10,3

Table 2 – Granulated compound feed recipe for young rabbits (45–120 days old)

Components	Feed composition, %
1	2
Herbal hay	30
Oat	19
Barley	19
Wheat bran	15
Sunflower meal	13
Fish meal made from non-food fish	2
Hydrolyzed yeast	1
Kitchen salt	0,5
Bone meal	0,5
Synthetic lysine	–
100 g of compound feed contains:	
Dry matter, g	86,4
Feed units, g	83,6
Met. energy, MJ	0,88
Crude protein, g	18,4
Digestible protein, g	14,1
Crude fiber, g	11,5
Calcium, g	1,0
Phosphorus, g	0,6
Iron, mg	20,0
Copper, mg	0,74
Zinc, mg	4,56
Manganese, mg	6,35
Carotene, mg	3,1

account. According to the research methodology, 10 rabbits of 45 days of age were selected with a live weight of 686–715 grams. The experimental population was housed in the same premises with the other livestock.

In the course of the studies, the nutritional qualities of the rabbits were studied: live weight, absolute gain, average daily gain, relative growth rate, feed-conversion efficiency.

Feeding is typical for a rabbit farm: full-fledged granulated compound feed (designed for young rabbits aged 45–120 days) with the addition of bean Herbal hay. The granulated compound feed was fed from hopper type feeder, Herbal hay – from feeders (feeding rack). Watering was made from nipple automatic drinking bowls, which provided the rabbits with constant access to feed and water.

One of the main requirements of industrial rabbit production technology is the maximum use of high growth rate during the first three months of infant rabbits' life. This indicator is determined by the maturity, breed and individual features, milk ability of does [12, 13].

The growth rate of the infant rabbits was monitored according to their live weight at the age of 45 days (when removing), 90 days (at the end of growing up), and 120 days (at meat delivery). The rabbits were weighed on electronic scales with an accuracy of 5 grams. Taking

into account separate growing periods: 45–90, 90–120 and 45–120 days – absolute and average daily increments were calculated according to the formulas:

$$A = Wt - Wo ;$$

$$C = \frac{Wt - Wo}{t} ;$$

Where: A is the absolute increase;

C is average daily gain;

Wo is live weight of infant rabbits at the beginning of the period;

Wt is live weight of infant rabbits at the end of the period;

t is the duration of the period, days.

Calculations of the relative growth rate during the period were calculated using the formula suggested by S. Brodie:

$$Rg = \frac{(Wt - Wo) * 100}{(Wt + Wo)/2}$$

Where: Rg is the relative gain, %;

Wo is live weight of infant rabbits at the beginning of the period.

Wt is live weight of infant rabbits at the end of the period.

Feed costs were determined per 1 kg of infant rabbits live weight grown to 120 days of age. For this purpose, the feeding of feed was recorded; their nutrition (in feed units) and the amount spent per 1 kg increase in live weight of rabbits were calculated by the formula:

$$Fc = \frac{\sum q. units}{A}$$

Where: Fc – feed costs per 1 kg of gain, kg. q. units.

$\sum q. units$ – the amount of feeds that was fed, kg q. units.

A is the absolute increase in live weight of animals for the period, kg.

Biometric data processing was performed using MS Excel software and using “Statistica 10” software.

Research results. The intensive technology of rabbit meat production is used at rabbit farm. In particular, they began to feed rabbits with dry type of feeding, and they used automatic drinking bowls for rabbits, as well as mechanized removal of manure.

In accordance with current technology for growing and maintaining of rabbits, the cost of feed and labor is still quite high, respectively –

7.9 c feeding units and 66.4 man-hours per 1c of weight gain. Because of this, the profitability level is 22.9 %.

The cost-effectiveness of rabbit production depends largely on the system of animal housing. At the rabbit farm the hangar sheds are equipped with 4 rows of double-deck mesh cages (Fig. 1), which have bunker self-feeders (Fig. 2) and nipple automatic drinking bowls (Fig. 3). The KKB–1 bunker self-feeder has a capacity for dry bulk granulated compound feed (tanker) and a feed chute that enters the cage through the hole. With the help of a special device the feeder is attached to the facade wall outside the cage. Self-feeding bunkers are designed for a 1–2-day supply of feed.

With the dry type of feeding, the constant access of rabbits to water is of particular importance. The most advantageous are nipple automatic drinking bowls, in which water is flowing and always clean. They are attached to a water pipe that is laid on the top of the cage. It consists of a case and a stem with a diameter of 3 mm mounted into the socket to move the hole in the case.

Thus, the basic labor-intensive processes at the rabbit farm are mechanized, which requires additional material costs and obliges to intensify the growing of rabbits in order to increase productivity and increase production volumes [14]. Only a greater number of kindling and growing of infant rabbits in a shorter time will ensure profitability of rabbit production. Therefore, the problem of the choice of the breed of rabbits has become top-of-the-agenda, because the breed must at most correspond to the technology that exists at the rabbit farm and helps to realize its productive and reproducible qualities.

With this aim, it has been decided to study the nutritional qualities of three breeds of rabbits: Silver Fox, Gray Giant Flander, California. We did not focus our attention on white giant rabbits, because these animals have a somewhat reduced constitution, they often suffer from pododermatitis, and there is a significant withdrawal of rabbits during the suckling period and after breaking in to milk. That's why the purpose of the farm is to refuse from breeding of this breed [15, 16].

The growth and development of infant rabbits were determined by weighing them at the age of 45 (weaning), 90 and 120 days. The results of the studies are shown in table 3.

Analysis of the data in the Table 3 shows that at the time of weaning the infant rabbits had almost the same live weight. By 90 days of age, different growth of energies caused significant

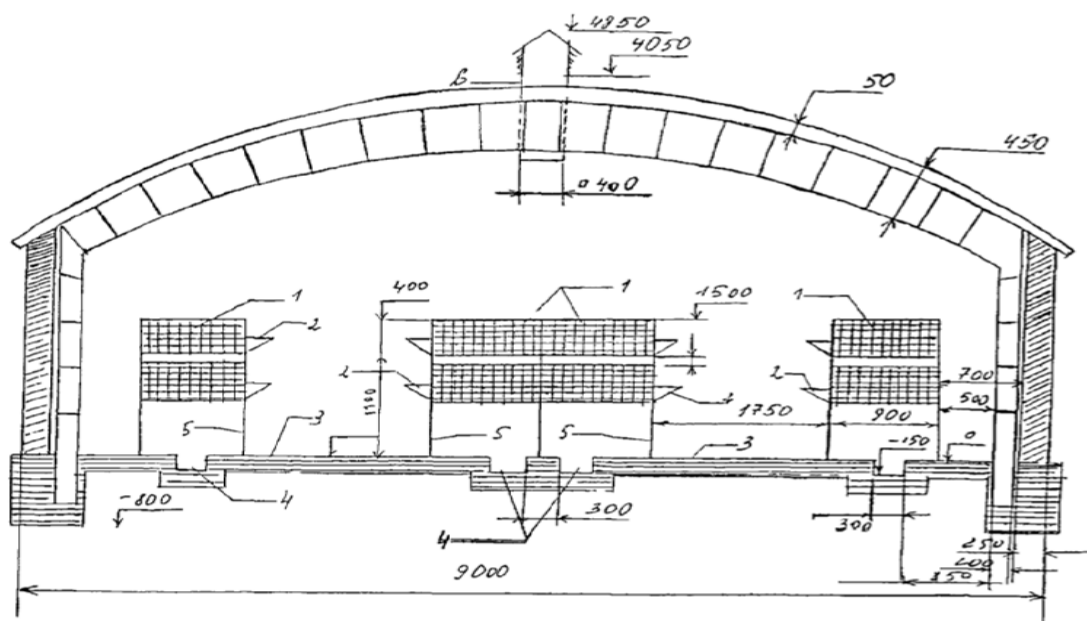


Fig. 1. The rabbit house of hangar type:

1 – cages; 2 – feeders; 3 – a passage for feeding; 4 – a dung channel.; 5 – supports;
6 – an inflow and exhaust ventilation.

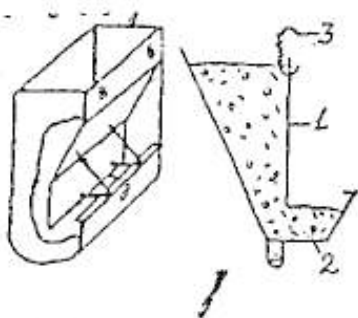


Fig. 2. Bunker self-feeder:

1 – a tanker; 2 – a feed chute;
3 – an attachment device.

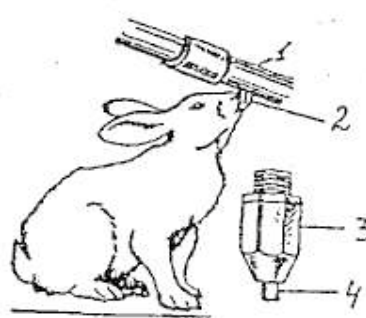


Fig. 3. Nipple Automatic drinking bowl:

1 – a water pipe; 2 – a drinking bowl;
3 – a drinking bowl case; 4 – a stem.

differences in live weight: 1357.1 g of Silver Foxs, 1465 g of Gray Giant Flanders and 1515.4 g of California. That is, the live weight of California rabbits was dominated by Silver Foxs by 158.3 g and Gray Giant Flanders by 50.4 g.

Next month, growing benefits of Californians continue to increase (up to 116.7 g over Silver Foxs and 90.0 g over Gray Giant Flanders) and at 120 days of age they reach the live weight of 1993.0 g. This energy of rabbits' growth is quite satisfactory.

After all, the California breed is a specialized meat breed and is characterized by high growth energy during the first 2–3 months of life. Under broiler breeding infant rabbits of this breed reach a live weight of 1.8–2.0 kg at 70 days of age, which indicates a sufficiently high genetic potential of their fattening qualities.

This is confirmed by our calculations of absolute and average daily weight gain of individual growing periods.

The absolute increase at infant rabbits of all breeds is the highest in the period from 45 to 90 days, which is the biological pattern of infant rabbits. After reaching the age of 3 months, the growth rate of rabbits decreases by almost the same level by 32–40 %. However, Silver Fox rabbits retained higher growth energy for longer and decreased it (by 32 %) in the fourth month of life, while Californians increased their live weight by 37 % and Gray Giant Flanders by 40 % more slowly.

The dynamics of average daily increments of live weight have a similar pattern: the highest average daily increments in California rabbits are 17.79 g. In the first growing period (45–90

Table 3 – The Growth and development of infant rabbits

Age	Breed			Advantages		
	Silver Fox	Gray Giant Flander	California	Gray Giant Flanders over Silver Fox ones	California over	
					Silver Foxs	Gray Giant Flanders
Live weight, g.						
45 days	710,2±2,65	686,3±8,1	715,0±10,30	–23,9	+4,8	+28,7
90 days	1357,1±20,23	1465,0±12,56	1515,4±62,12	+107,9	+158,3	+50,4
120 days	1876,3±31,86	1903,0±82,32	1993,0±105,30	+26,7	+116,7	+90,0
Complete gain, g						
45–90 days	646,9 ±17,72	778,7 ± 14,23	800,4 ±18,94	+131,8	+153,5	+21,7
90–120 days	519,2 ±18,33	438,0 ±12,53	477,6 ±23,28	–81,2	–41,6	+39,6
45–120 days	1166,0 ±39,37	1216,7±28,35	1278,0 ±38,53	+50,7	+112	+61,8
Daily live weight gain, g						
45–90 days	14,38 ±0,352	17,30 ±0,317	17,79 ±0,571	+2,92	+3,41	+0,49
90–120 days	17,31 ±0,463	14,6 ± 0,351	15,92±0,238	–2,71	–1,39	–1,32
45–120 days	15,55 ±0,285	16,22±0,347	17,40 ±0,516	+0,67	+1,85	+1,18

days) Silver Foxs had the lowest growth energy of 14.38 g per day; Gray Giant Flanders occupied an intermediate position of 17.31 g. However, during the next period their growth decreased and amounted to 14.6 g. However, the practice of previous economic use of Silver Foxs and Gray Giant Flanders proved that after 3 months age young rabbits continues to grow intensively up to 4 or even 5 months. At California rabbits, growth slows down, indicating that they are intensively grown for meat only up to 100–120 days of age.

When growing rabbits for meat, an important indicator is the outgoing of feed, because their cost determines the cost of growing young animals for meat production per 55–56 %. In our farm, rabbits are fed with complete diet pellet

forage with low Herbal hay content. The experimental animals were fed in the same way.

When feeding rabbits with full-feed granulated compound feeds, the feeding ration of young animals is 100 g of pellets and 20 g of Herbal hay during the period of 45–90 days and 120 pellets and 30 g of Herbal hay from 91 to 120 days of growing. Therefore, for the whole period, per 1 head it was spent 8.85 kg of pellets and 1.80 kg of Herbal hay, which constitutes 8.14 feed units. The farm buys granulated compound feed at 10.80 UAH per 1 kg and the cost of 1 kg of Herbal hay feed units costs about 30.00 UAH. Therefore, the calculation of outgoing feed cost shows that it is at the level of 146.34 UAH for the whole period per 1 head.

Table 4 – Feed outgoing per head by growing periods

Age	Duration of the period, days	Feed outgoing per 1 head				For all period	
		For 1 day, g		For the period, kg		Cost of feed, UAH	
		pellets	Herbal hay	pellets	Herbal hay	pellets	Herbal hay
45–90 days	45	110	20	4,95	0,9	53,46	27
91–120 days	30	120	30	3,6	0,9	38,88	27
45–120 days	75	–	–	8,85	1,8	92,34	54

The intense growth of California rabbits provides outgoing feed per 1 kg of live weight at the level of 3.9 feed units. Outgoing feed for Silver Fox and Gray Giant Flanders are 12.4–6.5 % higher, but are within the recommended range (4.0–4.5 feed units).

From the perspective of the comparative study of the breeding of rabbits of Silver Fox, Gray Giant Flander, Californian breeds, it is possible to conclude that under the conditions of private rabbit farm for production of meat it is possible to use rabbits of these three breeds. However, given that California rabbits are more mature, capable of realizing high growth rates up to 120 days of age and high feed costs, it is advisable to raise rabbits for meat up to 100–120 days of age by selling them with a live weight of 2,0–2,1 kg.

Gray Giant Flander breed rabbits and Silver Fox ones grow slower, larger ones, retain their growth ability for up to 4–5 months, but they are slightly less adaptable to conditions of industrial technology. Therefore, it is best to use them semi-intensively and to obtain heavy carcasses and large skins at 120–150 days of age.

The calculation of the production efficiency of rabbit meat in the study groups is presented in Table 5.

In the farm, expenditures for forage constitute 55 % of the total cost of production.

The analysis of the data in Table 5 confirms that under breeding of infant rabbits for meat up to 120 days of age, the Californian breed was more effective. During the specified period, 10.94 kg of meat was produced per experiment for 10 breeds of California breed, which is higher than Silver Fox and Gray Giant Flanders. The profitability of the production of California rabbit meat was 12.20 % that is above the Gray Giant Flanders per 8.82 % and Silver Fox per 8.20 %.

So, from the perspective of the executed calculations, we can conclude that among the three breeds - the Silver Fox, Gray Giant Flander and California, the California infant rabbits realize better their growth potential. The average daily increase of infant rabbits of the Californian breed was greater per 1.8 g from Silver Fox and per 1.18 g from Gray Giant Flanders. The live weight of infant rabbits of 120 days is greater than Silver Fox per 116.7 g and more than Gray Giant Flander Flanders per 90 g. The profitability level of growing the Californian breed rabbits for meat is 12.2 % and that of Gray Giant Flanders and Silver Fox ones is 3.8–4.0 %, respectively.

Table 5 – Industrial efficiency of production of infant rabbit farming (one head on the average)

Indexes	Breed			Advantages		
	Silver Fox	Gray Giant Flander	Californian	Gray Giant Flander over Silver Fox	Californian over Silver Fox	Californian over Gray Giant Flander
Number of animals, heads	10	10	10	–	–	–
Duration of the experiment, days	75	75	75	–	–	–
Gross live weight gain, kg	1166,0	1216,7	1278,0	+50,7	+112	+61,3
Live mass at the realization, g	1876,3	1903,0	1993,0	+26,70	+116,7	+90
Slaughter-weight, g	1013,2	1008,6	1094,2	-4,6	+81	+85,6
Prime-cost of 1 Carcass, UAH	146,34	146,34	146,34	–	–	–
The selling price of 1 kg of live weight, UAH	75	75	75	–	–	–
Sales value of the carcass, UAH	150	150	150	–	–	–
Proceeds, UAH	151,98	151,29	164,13	-0,69	+12,15	+12,84
Profit, UAH	5,64	4,95	17,79	-0,69	+12,15	+12,84
Profitability level %	4	3,38	12,2		+8,16	+8,82

REFERENCES

1. Donchenko, T.A., Bala, V.I., Slomchynskiy, M.M. (2004) Krolivnyctvo Kyivshhyny: period vidrodzhennja [Rabbit breeding in Kyiv region: the period of revival]. *Agrarni visti [Agrarian news]*. no. 4, pp. 28–30.
2. Chodová, D., Tůmová, E., Martinec, M., Bízková, Z., Skřivanová, V., Volek, Z., Zita, L. (2014). Effect of housing system and genotype on rabbit meat quality. *Czech Journal of Animal Science*. 59 (No. 4), pp. 190–199. Available at: <https://doi.org/10.17221/7343-CJAS>
3. Rahman, S.U., Wang, X.Yu.L. (2018). Observations on biotic parameters of Angora rabbit breed under controlled conditions in different housing systems *Veterinary World*. 11(1), pp. 88–92. Available at: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.88-92>
4. Ceballos, Maria Camila., Góis, Karen Camille Rocha., Carvalhal, Monique Valériade., Lima, Costa., Francielyde, Oliveira., Costa, Mateus Paranhosda. (2016). Environmental enrichment for rabbits reared in cages reduces abnormal behaviors and inactivity. *Ciência Rural*. 46(6), pp. 1088–1093. Epub April 30, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150898>
5. Dimitrova, M., Bozhilova-Sakova., Velikov, K. (2015). Comparative study of some production traits in Vesselina, New Zealand White and Californian rabbits breeds. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 21 (No. 6), pp. 1285–1288
6. Jo, Dornig., Stephen, Harris. (2017). The Welfare of Farmed Rabbits in Commercial Production Systems February 2017. Technical report examining the welfare of the European rabbit in commercial farms based on an extensive review of the scientific literature. 28 p.
7. Buijs, Stephanie., Hermans, Katleen., Maertens, Luc., Van Caelenberg, Annemie., Tuytens, Frank. (2014). Effects of semi-group housing and floor type on pododermatitis, spinal deformation and bone quality in rabbit does. *Animal: an international journal of animal bioscience*. 8. 1728–34. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731114001669>.
8. Bogdan, Ju.A., Umanec', V.D. (2010). Vplyv metioninu na produktyvni jakosti molodnjaku kroliv za rıznoho rıvnja protei'nu v kombikormah [Influence of methionine on productive qualities of young rabbits at different levels of protein in compound feeds]. *Efektivni kormy ta godivlja [Effective feed and feeding]*. no. 1, pp. 12–15.
9. Vakulenko, I. S. (2014) Tehnologichni naprijamy v krolivnyctvi Ukraїny [Technological directions in rabbit breeding of Ukraine]. *Suchasni reproduktyvni tehnologii', selekcijno-godiveli'ni aspekty ta vyrobnyctvo i pererobka tvarynnyh'koi' produkciї [Modern reproductive technologies, selection and feeding aspects and production and processing of livestock products]*. Zb. Nauk.tez mizhnarodnoi' nauko- praktychnoi' konferencii' [Collection of scientific theses of the international scientific-practical conference]. s. Velyka Bakta [Great Bakta]. pp. 61–64.
10. Mohammed, Hesham., Nasr, Mohammed. (2016). Growth performance, carcass traits, behavior and welfare of New Zealand White rabbits housed in different enriched cages. *Animal Production Science*. 57 (8), pp. 1759–1766. Available at: <https://doi.org/10.1071/AN15865>
11. Vyshnevskaja, T. Ja., Abramova, L. L. (2013). Morfoloicheskiye osnovy reaktivnosti selezenki krolykov v uslovyjah stressa y ego ymmunokorrekcyyu [Morphological activities of the spleen of rabbits under stress in its immunocorrection]. *Visnyk agrarnoi' nauky Prychornomor'ja [Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast]*. Issue 4 (75), pp. 31–36.
12. Goncharenko, I.V., Vinnychuk, D.T. (2012). Krolivnyctvo: selekcijno-tehnologichni aspekty [Rabbit breeding: selection and technological aspects]. *Naukovyj visnyk NUBiP Ukraїny [Scientific Bulletin of NULES of Ukraine]*. *Tehnologija vyrobnyctva produkciї tvarynnyctva [Technologies of production of processing of livestock products]*. K., Issue 179, pp. 54–59.
13. Abdelfattah, Essam., Karousa, M.M., El-Gendi, G.M., Mahmoud, E.A., El-Laithy, Said., Eissa, Nour. (2013). Effect of Cage Floor Type on Behavior and Performance of Growing Rabbits. *Journal of Veterinary Advances*. 3, pp. 34–42. Available at: <https://doi.org/10.5455/jva.20130219032609>
14. Trocino, A., Majolini, D., Tazzoli, M., Filiou, E., Xiccato, G. (2013). Housing of growing rabbits in individual, bicellular and collective cages: Fear level and behavioral patterns. *Animal*. Vol. 7 (4), pp. 633–639. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731112002029>
15. Pabat, V.O., Vinnychuk, D.T., Honcharenko, I.V., Ahii, V.M. (2018). Krolivnyctvo z osnovamy henetyky ta rozvedennia: navch. posib [Rabbit breeding with the basics of genetics and breeding: a textbook]. Kyiv: Lira-K Publishing House, 164 p.
16. Eiben, Cs., Bonanno, A., Gódor-Surmann, K., Kustos, K. (2008). Effect of controlled nursing with one-day fasting on rabbit doe performance. *Livestock Science*. Vol. 118, Issues 1–2, 2, pp. 82–91. ISSN 1871–1413. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.01.007>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141308000097>.

Порівняльне оцінювання відгодівельних якостей кролів різних порід в умовах приватного господарства Ластовська І.О., Пірова Л.В., Косіор Л.Т., Борщ О.О., Борщ О.В.

Проведено порівняльне оцінювання відгодівельних якостей кролів різних порід на фермі з інтенсивною технологією виробництва кролятини. Матеріалом для дослідження було поголів'я кролів м'ясошкуркових порід: сірий велетень, каліфорнійський, сріблястий. Дослід проводили методом груп. З цією метою було відібрано 30 кроленят 45-добового віку, з яких сформовано 3 групи по 10 голів. Кроленят-аналогів підбирали за породою, віком, живою масою, статтю. Дослідне поголів'я було розміщено в приміщенні шедового типу, обладнаному 4-ма рядами сітчастих кліток, розміщених у два яруси, у яких встановлено бункерні годівниці та ніпельні автонапувалки.

Годували тварин гранульованими комбікормами з додаванням трав'яного сіна. Комбікорм згодовували з бункерних самогодівниць, сіно – з годівниць (ясел). Напували кроленят з ніпельних автонапувалок, що забезпечувало тваринам постійний доступ до корму та води. Під час досліджень вивчали живу масу кроленят, абсолютний і середньодобовий прирости, відносну швидкість росту та затрати кормів.

Встановлено, що кроленята каліфорнійської породи краще реалізують свій потенціал росту, порівнюючи з тваринами порід срібляста та сірий велетень. Середньодобові прирости у кроленят каліфорнійської породи були на 1,8 г вищими проти аналогів сріблястої породи та на

1,18 г – сірий велетень. За живою масою наприкінці дослідного періоду кроленята каліфорнійської породи перемажали аналогів сріблястої породи на 116,7 г, та на 90 г – кроленят сірих велетнів. Рівень рентабельності вирощування кроленят на м'ясо каліфорнійської породи становив 12,2 %, а породи сірий велетень і срібляста – 3,8 і 4,0 % відповідно.

Ключові слова: відгодівельні якості, сірий велетень, срібляста порода, каліфорнійська порода, середньодобові прирости, економічна ефективність.

Сравнительная оценка откормочных качеств кроликов разных пород в условиях частного хозяйства

Ластовская И.А., Пирова Л.В., Косиор Л.Т., Борщ А.А., Борщ А.В.

Проведена сравнительная оценка откормочных качеств кроликов разных пород на ферме с интенсивной технологией производства крольчатины. Материалом для исследования было поголовье кроликов мясошкурковых пород: серый великан, каліфорнійський, сріблястий. Опыт проводили методом групп. С этой целью были отобраны 30 крольчат 45-суточного возраста, и сформировано 3 группы по 10 голов. Крольчат-аналогов подбирали по породе, возрасту, живой массе, полу. Опытное поголовье было размещено в помещении шедового типа, оборудованном 4-мя рядами сетчатых клеток, расположенных в два яруса, в которых установлены бункерные кормушки и nipple-автоматические поилки.

дованном 4-мя рядами сетчатых клеток, расположенных в два яруса, в которых установлены бункерные кормушки и nipple-автоматические поилки.

Кормили животных гранулированными комбикормами с добавлением бобового сена. Комбикорм скармливали с бункерных кормушек, сено – из кормушек (яслей). Поили крольчат с nipple-автоматических поилок, что обеспечивало животным постоянный доступ к корму и воде.

Во время исследований изучали живую массу крольчат, абсолютный и среднесуточный приросты, относительную скорость роста и затраты кормов. Установлено, что крольчата каліфорнійської породи лучше реализуют свой потенциал роста по сравнению с животными пород сріблястий і сірий великан. Среднесуточные приросты у крольчат каліфорнійської породи были на 1,8 г выше по сравнению с аналогами сріблястої породи и на 1,18 г – серый великан. По живой массе крольчата каліфорнійської породи в 120 суток преобладали аналогов сріблястої породи на 116,7, и на 90 г – крольчат серых великанов. Уровень рентабельности выращивания крольчат на мясо каліфорнійської породи составлял 12,2 %, а породы серый великан и сріблястий – 3,8 и 4,0 % соответственно.

Ключевые слова: откормочные качества, серый великан, срібляста порода, каліфорнійська порода, среднесуточные приросты, экономическая эффективность.



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



Lastovska I.O.
Pirova L.V.
Kosior L.T.
Borshch O.O.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-0763-8528>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-3644-6579>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-8214-5670>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-8450-2109>

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

УДК 636.4.09.033:614.94:636.083.3

Річна динаміка параметрів мікроклімату цеху опоросу за різних систем вентиляції

Михалко О.Г. , Повод М.Г. 

Сумський національний аграрний університет

 snau.cz@ukr.net



Михалко О. Г., Повод М. Г. Річна динаміка параметрів мікроклімату цеху опоросу за різних систем вентиляції. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 44–57.

Myhalko O. G., Povod M. G. Richna dynamika parametrov mikroklimatu cehu oporosu za riznyh' system ventyljacji'. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytva i prerobky produkci' tvarynnytva», 2020. № 2. S. 44–57.

Рукопис отримано: 02.10.2020р.

Прийнято: 16.10.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-44-57

Було проведено дослідження залежності показників мікроклімату в приміщеннях для утримання підсисних свиноматок від конструктивних особливостей системи вентиляції. Річна динаміка сезонних коливань температури в обох приміщеннях репродуктора господарства, а також у зоні життєдіяльності поросят фіксувалась у межах норми. За використання класичного типу вентиляції показники температури були достовірно вищими влітку, порівнюючи з аналогічними значеннями у приміщенні з геотермальним типом вентиляції. Водночас амплітуда коливань річної динаміки температури лігва поросят була вищою у приміщенні з експериментальним типом вентиляції, порівнюючи з традиційним, та із незначним відносним перевищенням оптимального значення показника на 0,1 °C у весняні місяці. Температурний режим лігва свиноматок як у дослідному, так і в контрольному приміщеннях за досліджуваний період вирізнявся нерівномірними перепадами міжсезонних показників: за використання класичної вентиляції – пік припав на літній період, за вентиляції з підземною подачею повітря – на зимовий, однак без перевищення оптимальних значень. Швидкість руху повітря в обох приміщеннях зростала в літні місяці. За традиційної системи створення мікроклімату фіксували стабільне достовірне переважання цього показника проти значень дослідної системи, а також перевищення його понад норми влітку. Для дослідної системи з підземною подачею повітря, навпаки, було відмічено низькі значення та надзвичайно низькі – в зимовий сезон. Обидві системи вентиляції забезпечували оптимальну вологість повітря впродовж досліджуваного періоду. Вміст вуглекислого газу мав тенденцію до зростання в осінні місяці в обох приміщеннях репродуктора, однак перевищив норму лише за використання традиційної вентиляції в цей період – на 0,02 % об. Середні значення вмісту амоніаку утримувались в оптимальній зоні впродовж усіх сезонів із незначним зростанням їх концентрацій восени. Однак експериментальна система мікроклімату допускала достовірно вищий вміст NH₃, порівнюючи із загальнопоширеною системою у контрольному приміщенні в літні місяці на 1,99 мг/м³, або 150,09 %. Вміст сірководню був оптимальним для обох приміщень упродовж року. Однак достовірно вищими концентраціями H₂S вирізнялось приміщення, де встановлено дослідну систему підготовки повітря «Екзатоп», на 64,81 % (p<0,001) – навесні, на 61,14 % (p<0,001) – влітку та на 43,00 % (p<0,001) – восени, проти приміщення з традиційною системою підготовки повітря. Зважаючи на виявлену залежність показників мікроклімату приміщень репродуктора від типу вентиляції, подальші дослідження впливу вказаних чинників важливо продовжити.

Ключові слова: свиноматка, поросля, тип вентиляції, багатоплідність, маса гнізда поросят, збереженість, пора року.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.

Багато дослідників [2] під мікрокліматом розуміють клімат тваринницького приміщення, який характеризується сукупністю фізичних, хімічних, механічних і біологічних властивостей повітря. На формування мікроклімату впливають клімат і рельєф місцевості, ґрунт, теплозахисні та інші властивості будівельних матеріалів, вид, вік тварин, технологія їх утримання та інші чинники. Для збереження здоров'я і продуктивності, для найкращого прояву фізіологічних функцій організму свиней необхідно підтримувати оптимальний мікроклімат у приміщеннях та враховувати дію сезонних чинників, як позитивний, так і негативний вплив яких підтверджено багатьма науковцями [20].

У роботі R. Muns [24] доведено, що під дією сезонних чинників спостерігається фенотипічне коливання для деяких продуктивних та відтворних ознак свиней. Зокрема, висока температура навколишнього середовища негативно впливає на споживання корму у свиноматок та на вагу відлучених поросят. Високі температури під час опоросу погіршують добробут маточного поголів'я, що негативно впливає на ріст і здоров'я потомства.

R. Clarus [8] зазначає, що під дією сезонних змін часто кнури різних генотипів демонструють знижений синтез стероїдів, кількість сперми та лібідо влітку, порівнюючи з оптимістами, які трапляються взимку. У циклічних свиноматок функція яєчників може уражатися анострусом переважно влітку та зрідка в лютому і березні. Крім того, частота овуляції може бути нижчою влітку, а тривалість розвитку еструсу подовжена проти пізньої осені та зими. Унаслідок інтервал від відлучення до еструсу влітку збільшується, а в цей період спаровування спричиняє зниження рівня запліднюваності та меншу кількість поросят при народженні.

Згідно з дослідженнями F. De Rensis [12], у первісток і свиноматок літньо-осінній сезон року часто характеризується зниженим багатопліддям, а тепловий стрес і тривалі фотоперіоди в теплу пору року можуть спричинити зменшення споживання корму. Одночасно змінена ендокринна активність компрометує розвиток фолікулярних та лютеїнових тіл, знижує якість ооцитів та збільшує смертність ембріонів.

S. Bloemhof [6] відзначає, що тепловий стрес сильніше впливає на репродуктивні показники первісток, ніж у повновікових свиноматок. Тепловий стрес упродовж третього тижня (від 14 до 21 доби) до першого осіменіння мав найбільший вплив на швидкість опорос-

у. Тепловий стрес в період між 7 добою і до успішного запліднення до 12 доби після цього мав найбільший вплив на загальну кількість народжених поросят. Кореляції між температурами в наступні дні впродовж цих періодів були надзвичайно високими ($> 0,9$).

D. Renaudeau [25] виявив, що пом'якшення негативного впливу теплового стресу на свиней та створення оптимального середовища в свинарнику можна досягти завдяки проектуванню приміщень, вентиляційних систем та використанню методів випаровувального охолодження з урахуванням особливостей місцевих кліматичних умов. Однак G.M. Morello [23] зауважує, що незважаючи на будь-які технічні вдосконалення сучасних систем мікроклімату, на середовище в свинарських комплексах може спостерігатися значний вплив непередбачуваних зовнішніх кліматичних змін, що може негативно вплинути на продуктивність свиней.

У дослідженнях B.J. Kerr [15], D. Renaudeau [26] та J.S. Johnson [14] було повідомлено, що тепловий стрес негативно впливає на прирости у свиней, і було висловлено припущення, що це може бути пов'язано з фізіологічними перенапруженнями, зумовленими підвищенням температури тіла.

На думку S.C. Pearce [29], підвищення температури тіла спричиняє морфологічні зміни в кишечнику свиней, що свідчить про пошкодження, а тому тварини, що перебувають в зоні дії теплового стресу (у віддалених станках), мають більшу температуру тіла і можуть мати більше кишкових пошкоджень проти тварин, що перебувають у комфортних умовах (у станках, приближених до джерел циркуляції повітря). Унаслідок поглинаюча здатність кишечника може бути знижена, що спричиняє зменшення засвоюваної енергії, отриманої від корму для свиней, які знаходяться у віддалених станках, порівнюючи з тваринами, розміщеними поруч з активними елементами системи кондиціонування. E. Kluzáková [16] також описує достовірне зменшення середньодобових приростів у поросят, вирощених у станках, розташованих подалі від вентиляторів та повітрозабірників системи мікроклімату.

Крім того, L.H. Baumgard [5] довів, що підвищення температури тіла може підвищити кишкову уразливість до патогенів, які активізують імунну систему свиней. Це розглядається S.K. Kvidera [19] як досить енергозатратний процес, який може суттєво знизити енергію росту та спричинити зменшення приростів. Отже, розташування станка для опоросу може впливати на температуру тіла свиноматки і негативно впливати на інтенсивність росту поросят.

К. Sällvik [32] та A. Costa [10] повідомляють, що існує відмінність показників мікроклімату для типових систем вентилявання в однакових приміщеннях для вирощування свиней, яка може по-різному впливати на терморегуляцію тварин. Відповідно до тверджень T.E. Bond, R. Claus та W.H. Close [7,8,9], швидкість повітря має важливе значення у конвективних втратах тепла, а її зниження може зменшити потужність відведення тепла у поросят, що, згідно з M.A. Mitchell [22], спричиняє підвищення температури тіла і внаслідок – температурний стрес.

K.R. Kpodo [18] виявив, що з віддаленням станків для опоросу від технологічних джерел надходження свіжого повітря та від шахт його видалення із зони життєдіяльності тварин знижується показник індексу циркуляції повітря. Однак, на відміну від висновків попередніх дослідників, розміщення погोलів'я в межах приміщення не мало достовірного ($P > 0,10$) впливу на середньодобові прирости, хоча температура поверхні шкіри різновіддалених поросят різнилася впродовж доби в середньому в межах $0,06-0,12\text{ }^{\circ}\text{C}$.

У результаті життєдіяльності тварин, за розкладання азоту і сірковмісних речовин гною і підстилки, а також за недостатнього повітрообміну в приміщеннях можуть накопичуватися в значних концентраціях амоніак, вуглекислий газ, сірководень, меркаптани, метан та інші гази. Тривале утримання тварин у закритих приміщеннях з підвищеною концентрацією цих газів спричиняє розвиток глибоких морфофункціональних розладів, знижує захисні сили організму.[2]

Дослідження M.O. Parker [27] вказують, що підвищені концентрації амоніаку мають найбільш виражений вплив на характер соціальних взаємодій свиней, водночас тварини в таких умовах демонструють більшу агресію. Крім того, свині, які піддаються впливу високого рівня механічного шуму, що є особливістю штучної вентиляції, менш піддані агресивним діям, ніж свині, утримувані за підвищеного рівня амоніаку. Отже, підвищені концентрації амоніаку можуть погіршити соціальну стабільність у технологічних групах, хоча механізми його впливу наразі невідомі.

На думку F.X. Philippe [30], висока щільність тварин або неадекватна конструкція станків можуть посилити забруднення підлоги та спричинити збільшення концентрації NH_3 , яка статистично позитивно співвідноситься з температурою навколишнього середовища та швидкістю вентиляції у приміщенні для утримання свиней.

Результати С.К. Saha [33] довели, що концентрація NH_3 у свинарському комплексі змінюється сезонно залежно від значень зовнішньої температури. Упродовж року було встановлено значні зв'язки ($P < 0,001$) концентрації NH_3 із зовнішніми сезонними кліматичними коливаннями, включаючи зовнішню температуру, вологість, швидкість та напрям вітру, годину доби і день року.

Р.В. Милостивий [21] стверджує, що високі температури повітря у спекотний період року є гострою проблемою в умовах утримання великого поголів'я тварин в обмеженому просторі, а зважаючи на сезонну динаміку вмісту шкідливих газів у приміщеннях для утримання свиней, саме перехідний період року є досить складним для підтримання оптимального вмісту в ньому амоніаку, сірководню та особливо вуглекислого газу, навіть в умовах значного руху повітря.

Для підтримання мікроклімату в тваринницьких приміщеннях застосовують різні системи вентиляції, що здатні забезпечувати обмін забрудненого повітря на свіже, нагрівання, або його охолодження, очищення від пилу і мікроорганізмів, осушування чи зволоження, озонування, дезодорацію, знезараження тощо. У досліджах Герасимчук В.М. [1] зазначається, що ефективність зміни показників температури, вмісту кисню та забруднення повітря амоніаком і сірководнем у приміщеннях маточників залежать від системи повітрообміну.

У роботах М.Г. Повода та Р.В. Милостивого [3] встановлено, що за високої температури зовнішнього повітря система вентиляції геотермального типу дає змогу створити більш комфортні температурні умови в приміщенні для утримання свиноматок і реалізації їх продуктивних якостей. Однак підвищення температури і низька вологість повітря в приміщеннях вимагають впровадження додаткових заходів щодо нормалізації температурно-вологісного режиму.

Згідно з результатами попередніх досліджень [4], як сезонні чинники, так і конструктивні особливості системи мікроклімату свинарських комплексів мають вплив на відтворні якості свиноматок, які кращими виявилися за утримання в приміщеннях з геотермальним типом вентиляції. Інтенсивність росту поросят достовірно залежить більше від зовнішніх сезонних чинників, ніж від типу вентиляційного обладнання.

Результати дослідження М.М. Islam [13] та M.S. Krommweh [17] довели, що геотермальна система мікроклімату має потенціал до зниження споживання електроенергії, загальних

витрат свинарських комплексів, викидів CO₂ та інших шкідливих газів, незважаючи на високі початкові інвестиції в її будівництво, проти класичних систем мікроклімату.

Згідно з А. Choudhary [11] та P.D. Patel [28], геотермальна вентиляційна система є ефективним, безпечним, гнучким джерелом відновлюваної енергії, і вона може вважатися найкращою альтернативою для створення сприятливого мікрокліматичного стану в приміщенні для утримання тварин в умовах несприятливого клімату або енергетичних криз, а геотермальне охолодження може бути ефективним у будь-яких кліматичних зонах.

Аналіз даних P.M. Wale [33] дає змогу стверджувати, що геотермальна вентиляційна система може зменшити потреби в опаленні та охолодженні приміщень для вирощування свиней завдяки використанню теплової енергії землі, накопиченої в ґрунті, для зміни температури кондиціонованого повітря, яке рухається в заглиблених підземних каналах в зону життєдіяльності тварин.

Мета дослідження. Враховуючи недостатнє вивчення впливу місцевих сезонних чинників за використання різних систем створення мікроклімату в приміщеннях для опоросу свиноматок на промислових свинарських комплексах степової зони України на показники мікроклімату приміщень, метою роботи стало порівняльне вивчення мікрокліматичних параметрів упродовж чотирьох пір року за використання класичної вентиляції негативного тиску та геотермальної системи вентиляції типу «Екзатоп».

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проведено в умовах індустриального свинарського комплексу ТОВ «Агроінд» м. Підгороднє Дніпропетровської області в приміщеннях для утримання свиноматок, які знаходяться поруч на одному виробничому майданчику.

За контроль було взято приміщення № 9, яке обладнане вентиляційним устаткуванням виробництва польсько-української фірми «Агротехсервіс». Як дослідне взято приміщення № 3, обладнане системою вентиляції «Екзатоп» французької фірми «І-ТЕК Україна».

Контрольне приміщення (рис. 1) обладнане витяжними даховими шахтами з вентиляторами і стінними повітрязабірними клапанами, через які здійснюється повітрообмін через негативний тиск, що створюється вентиляторами. Повітря із навколишнього зовнішнього середовища надходить через клапани в стінах коридору безпосередньо до секцій з тваринами, а видалення його – через вентиляційну шахту на стелі. Ця система вентиляції автоматично функціонує під контролем пристрою управління мікрокліматом, який має індикатори температури, що дає змогу змінювати як швидкість обертання вентиляторів, так і ширину відкриття входних припливних клапанів. Припливні клапани спрямовують потік повітря вгору, або вниз, залежно від сезонних коливань зовнішніх температур та запрограмованої температури всередині приміщення.

Особливості конструкційного рішення вентиляційної системи у дослідному приміщенні (рис. 2) полягають у організації цир-

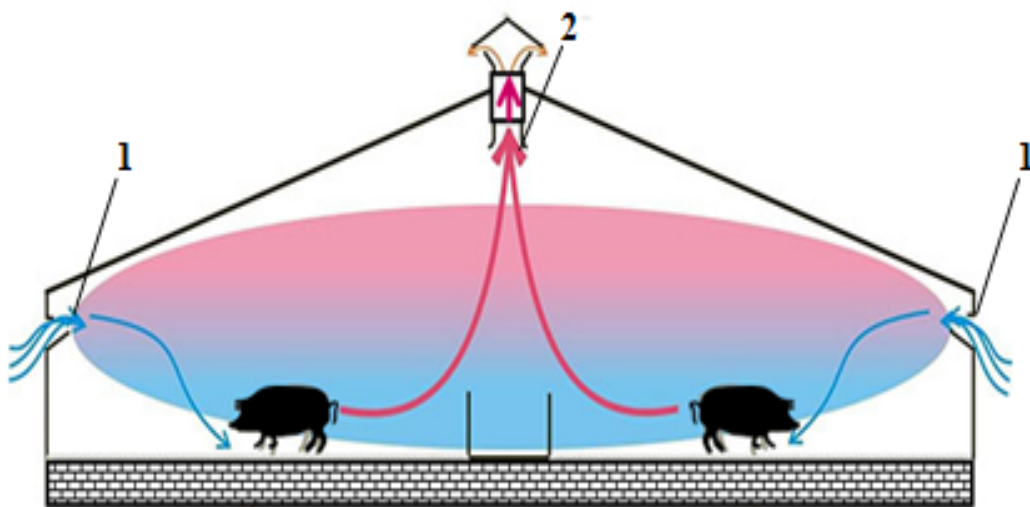


Рис 1. Схема секції для опоросу в приміщенні № 9 та класичної системи мікроклімату фірми «Агротехсервіс» (І контрольна група): 1 – припливний клапан; 2 – витяжна шахта з вентилятором.

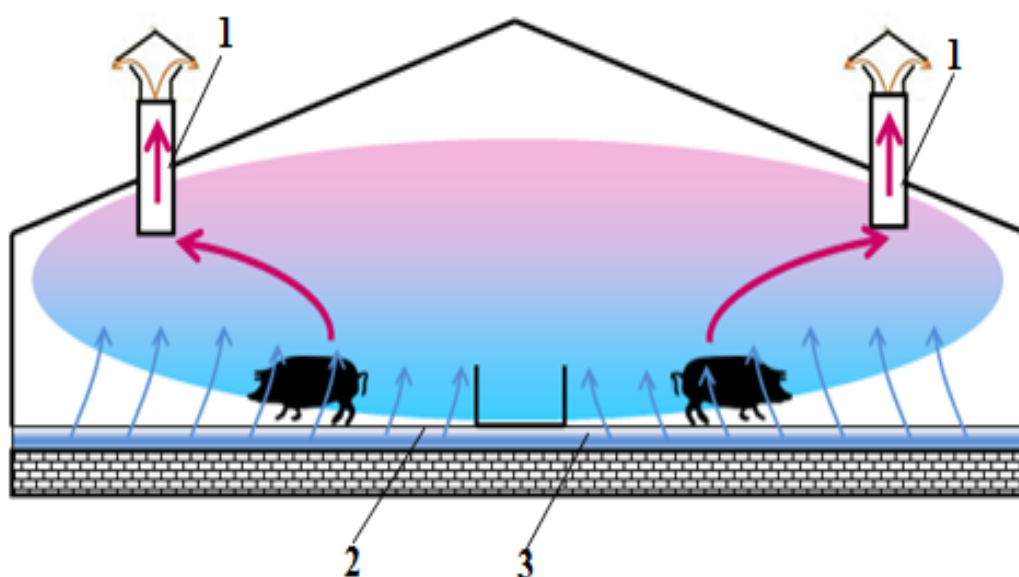


Рис. 2. Схема секції для опоросу в приміщенні № 3 та системи мікроклімату «Екзатоп» фірми «І-ТЕК Україна» (II дослідна група): 1 – витяжна шахта з вентилятором; 2 – перфорована частина підлоги для подачі повітря в робоче приміщення з дельта трубками для обігріву повітря; 3 – підпідлоговий повітропровід.

куляції повітря через створення негативного тиску витяжними даховими вентиляторами, а його приплив із зовнішнього навколишнього середовища здійснюється через вхідну повітрозабірну шахту відокремленої споруди, обладнану радіатором для обігріву, або охолодження повітря, залежно від параметрів сезонних метеорологічних умов. Подальший рух повітря пролягає через простір технологічного коридору в підземний повітропровід, де воно додатково нагрівається взимку, або охолоджується влітку завдяки енергії землі перед надходженням безпосередньо у приміщення для опоросу через отвори по всьому периметру біля стін секцій, і рівномірно розподіляється по всій площі. Витяжні вентилятори шахт, розміщених на стелі будівлі, витягують повітря назовні, а функціонування всієї системи організовується і контролюється приладом управління мікрокліматом, також обладнаним індикаторами рівня температури, який задає швидкість обертів вентиляторів, а відповідно, й інтенсивність повітрообміну.

В обох приміщеннях вимірювання температури лігва у кожному із станків проводили в семи точках пірометром Testo 805, температури повітря і швидкості його руху – термоанемометром Testo 425 м, вміст амоніаку (NH_3), сірководню (H_2S) та вуглекислого газу (CO_2) у повітрі – газоаналізатором «ДОЗОР-С-М», вологості повітря – термогігрометром Testo 605 на

рівні лежання поросят (7 см), їх стояння (25 см) та на рівні дихальних шляхів стоячої людини (160 см).

Результати дослідження та обговорення.

Аналіз показників температури в приміщенні в зимову пору року виявив достовірне перевищення її значень в контрольному приміщенні на $2,1\text{ }^\circ\text{C}$, або $9,46\%$ ($p < 0,001$) (табл. 1).

Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят виявилася нижчою за утримання свиней з використанням класичної системи вентиляції приміщення на $0,7\text{ }^\circ\text{C}$, або $2,65\%$ ($p < 0,05$). Значення температури лігва поросят, яких утримували за використання геотермального типу вентиляції, було вищим на $1,8\text{ }^\circ\text{C}$, або $5,54\%$ ($p < 0,001$). Водночас температура лігва у свиноматок була нижчою в контрольному приміщенні на $2,0\text{ }^\circ\text{C}$, або $8,26\%$ ($p < 0,001$). Однак система вентиляції клапанного типу в зимову пору зумовлювала вищу швидкість руху повітря на $0,07\text{ м/с}$, або $53,85\%$ ($p < 0,01$) та вищу відносну вологість повітря на $6,1\%$ ($p < 0,001$). За результатами вимірювань у маточнику із класичною системою підтримання мікроклімату вміст CO_2 був недостовірно нижчим на $0,03\%$ об., або $23,08\%$, вміст NH_3 був нижчим на $0,95\text{ мг/м}^3$, або $20,30\%$, вміст H_2S також був нижчим на $1,46\text{ мг/м}^3$, або $43,98\%$ ($p > 0,05$). Однак таке перевищення не було достовірним проти дослідного приміщення, де встановлено систему підготовки повітря «Екзатоп».

Таблиця 1 – Параметри мікроклімату в приміщеннях в зимову пору року

Показник	Норми (ВНТП АПК-02.05.)	Тип вентиляції	
		I контрольне	II дослідне
Температура повітря у приміщенні, °C	19–24	22,2 ± 0,42***	20,1 ± 0,16
Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят, °C	22–30	26,4 ± 0,24	27,1 ± 0,19*
Температура лігва поросят, °C	28–35	32,5 ± 0,11	34,3 ± 0,09***
Температура лігва свиноматки, °C		24,2 ± 0,19	26,2 ± 0,11***
Швидкість руху повітря, м/с	0,15	0,13 ± 0,043***	0,06 ± 0,023
Відносна вологість повітря, %	40–70	56,4 ± 0,64***	50,3 ± 0,43
Вміст в повітрі приміщень:			
CO ₂ , % об	0,20	0,13 ± 0,009	0,16 ± 0,013
NH ₃ , мг/м ³	20	4,68 ± 0,91	5,63 ± 0,83
H ₂ S, мг/м ³	10	3,32 ± 0,051	4,78 ± 0,114

Дослідження температурних коливань за весняні місяці довело, що вони знаходилися в межах допустимих норм. У спорудах з клапанною системою вентиляції середньосезонні показники температури повітря у приміщенні були невірогідно вищими на 0,70 °C, або 3,33 % ($p > 0,05$), а значення температури повітря у зоні життєдіяльності поросят були, навпаки, достовірно нижчими на 1,6 °C, або 6,35 %, ніж у спорудах з підземним типом подачі повітря (табл. 2).

Температура в лігві поросят та лігві свиноматок була вищою в дослідному приміщенні на 1,5 °C, або 4,46 % ($P < 0,001$) та 0,50 °C, або 2,16 % відповідно проти контролю. Фіксація швидкості руху та відносної вологості повітря виявила тенденцію до перевищення цих параметрів у маточнику із класичною системою вентиляції проти цих самих параметрів дослідної системи вентиляції на 0,06 м/с, або 31,58 % ($P < 0,05$), та на 4,40 % ($P < 0,001$) відповідно. Порівняння газового складу повітря в обох приміщеннях виявило, що експериментальна система мікроклімату допускала вищий уміст шкідливих газів, порівнюючи із загальнопоширеною системою контрольного приміщен-

ня, за вуглекислим газом (CO₂) – на 0,04 % об., або 33,33 % ($p < 0,05$), за амоніаком (NH₃) – на 1,52 мг/м³, або 42,34 % ($p > 0,05$), за сірководнем (H₂S) – на 1,40 мг/м³, або 64,81 % ($p < 0,001$) відповідно.

У літні місяці температура в приміщенні та в зоні життєдіяльності поросят була вищою в контрольному приміщенні на 5,40 °C, або 18,82 %, та 3,70 °C, або 12,94 % ($p < 0,001$) відповідно (табл. 3).

Встановлено також перевищення температурних показників у I контрольному приміщенні над показниками II дослідного як для лігва поросят, так і для лігва свиноматок на 0,40 °C, або 1,16 % ($p > 0,05$), та 2,50 °C, або 9,36 % ($p < 0,001$) відповідно. Геотермальна вентиляція влітку підтримувала швидкість руху повітря у дослідному приміщенні в межах норми, на рівні 0,22 м/с, що на 0,14 м/с, або 38,89 % ($p < 0,01$) нижче, ніж в контрольному. Водночас система вентиляції клапанного типу забезпечувала вологість повітря в контрольному приміщенні на середньосезонному значенні 46,3 %, що нижче, ніж у дослідному свинарнику на 3,60 % ($p < 0,001$). У структурі газового складу повітря маточників перевищень норми

Таблиця 2 – Параметри мікроклімату в приміщеннях у весняну пору року

Показник	Норми (ВНТП АПК-02.05.)	Тип вентиляції	
		I контрольне	II дослідне
Температура повітря у приміщенні, °C	19–24	21,0 ± 0,36	20,3 ± 0,19
Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят, °C	22–30	25,2 ± 0,11	26,8 ± 0,13
Температура лігва поросят, °C	28–35	33,6 ± 0,19	35,1 ± 0,14***
Температура лігва свиноматки, °C		23,1 ± 0,22	23,6 ± 0,17
Швидкість руху повітря, м/с	0,20	0,19 ± 0,032*	0,13 ± 0,015
Відносна вологість повітря, %	40–70	60,2 ± 0,72***	55,8 ± 0,52
Вміст в повітрі приміщень:			
CO ₂ , % об	0,20	0,12 ± 0,011	0,16 ± 0,014*
NH ₃ , мг/м ³	20	3,59 ± 0,66	5,11 ± 0,75
H ₂ S, мг/м ³	10	2,16 ± 0,119	3,56 ± 0,108***

Таблиця 3 – Параметри мікроклімату в приміщеннях у літню пору року

Показник	Норми (ВНТП АПК-02.05.)	Тип вентиляції	
		I контрольне	II дослідне
Температура повітря у приміщенні, °C:	19–24	28,7 ± 0,37***	23,3 ± 0,22
Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят, °C:	22–30	28,6 ± 0,28***	24,9 ± 0,11
Температура лігва поросят, °C	28–35	34,6 ± 0,21	34,2 ± 0,17
Температура лігва свиноматки, °C		26,7 ± 0,17***	24,2 ± 0,17
Швидкість руху повітря, м/с	0,40	0,36 ± 0,042**	0,22 ± 0,021
Відносна вологість повітря, %	40–70	46,3 ± 0,56	49,9 ± 0,47
Вміст в повітрі приміщень:			
CO ₂ , % об	0,20	0,07 ± 0,005	0,11 ± 0,003***
NH ₃ , мг/м ³	20	1,17 ± 0,14	3,16 ± 0,21***
H ₂ S, мг/м ³	10	1,93 ± 0,009	3,11 ± 0,028***

за вмістом шкідливих газів літом не встановлено. Однак застосування системи повітрообміну геотермального типу характеризувалося вищими рівнями вмісту CO₂ на 0,04 % об., або 57,14 %, NH₃ – на 1,99 мг/м³, або 150,09 %, H₂S – на 1,18 мг/м³, або 61,14 % (p<0,001) проти аналогічних приміщень, де застосовували класичну систему створення мікроклімату.

Оцінювання осінніх показників температури повітря в приміщенні та температури у зоні життєдіяльності поросят довело вищі її значення за використання вентиляції клапанного типу проти досліджуваних показників у експериментальному приміщенні на 0,10 °C, або 0,43 % (p>0,05), та на 0,60 °C, або 2,21 % (p<0,001) відповідно (табл. 4).

Водночас система вентиляції геотермального типу в осінню пору року зумовила вищі показники температури на 0,70 °C, або 2,13 % (p<0,05) – у лігвах поросят та на 0,20 °C, або 0,86 % (p>0,05) – у лігвах свиноматок, проти температури у відповідних лігвах тварин контрольної групи. За швидкістю руху та відносною вологістю повітря вищі на 0,06 м/с, або 27,27 % (p<0,05), та на 4,40 % (p<0,001) відповідно показники встановлено для класичної системи вентиляції. Експериментальна система

створення мікроклімату «Екзатоп» мала недостовірно нижчі значення вмісту CO₂ на 0,03 % об., або 13,64 % (p>0,05), та недостовірне перевищення показників вмісту досліджуваних газів проти класичної системи мікроклімату на 1,22 мг/м³, або 18,40 % (p>0,05) – за вмістом NH₃, і достовірне перевищення на 1,26 мг/м³, або 43,00 % (p<0,001) – за вмістом H₂S.

Річна динаміка сезонних коливань температури безпосередньо в приміщеннях репродуктора господарства, а також у зоні життєдіяльності поросят фіксувалася в межах норми (рис. 3, 4).

Водночас коливання температури в дослідному приміщенні відмічено від найнижчих 20,10 °C взимку, що на 0,20 °C, або 1,00 % (p>0,05) нижче від весняних значень, на 3,20 °C, або 15,92 % (p<0,001) – літніх, на 3,00 °C, або 14,93 % (p<0,001) – від осінніх значень, до максимальних 28,70 °C влітку в контрольному приміщенні, що на 6,50 °C, або 22,65 % (p<0,001) вище зимових показників, на 7,70 °C, або 26,83 % (p<0,001) – весняних та на 5,50 °C, або 19,16 % (p<0,001) – вище осінніх показників.

У контрольному приміщенні, де використовували вентиляцію класичного типу, річний

Таблиця 4 – Параметри мікроклімату в приміщеннях в осінню пору року

Показник	Норми (ВНТП АПК-02.05.)	Тип вентиляції	
		I контрольне	II дослідне
Температура повітря у приміщенні, °C	19–24	23,2 ± 0,26	23,1 ± 0,16
Температура повітря у зоні життєдіяльності поросят, °C	22–30	27,1 ± 0,16***	26,5 ± 0,13
Температура лігва поросят, °C	28–35	32,9 ± 0,21	33,6 ± 0,19*
Температура лігва свиноматки, °C		23,3 ± 0,17	23,5 ± 0,14
Швидкість руху повітря, м/с	0,20	0,22 ± 0,026*	0,16 ± 0,014
Відносна вологість повітря, %	40–70	66,7 ± 0,78***	62,3 ± 0,66
Вміст в повітрі приміщень:			
CO ₂ , % об	0,20	0,22 ± 0,026	0,19 ± 0,019
NH ₃ , мг/м ³	20	6,63 ± 0,52	7,85 ± 0,79
H ₂ S, мг/м ³	10	2,93 ± 0,076	4,19 ± 0,099***

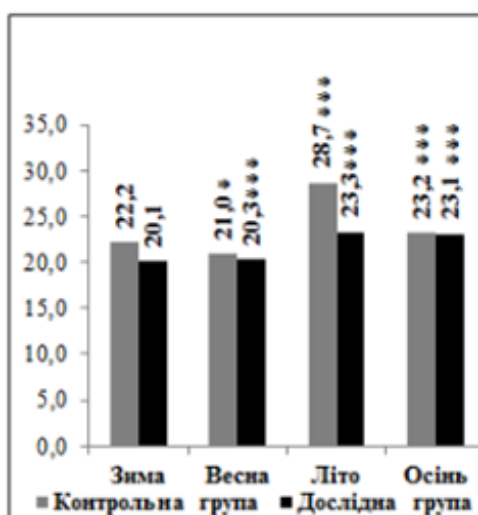


Рис. 3. Річна динаміка температури повітря у приміщенні, °C.

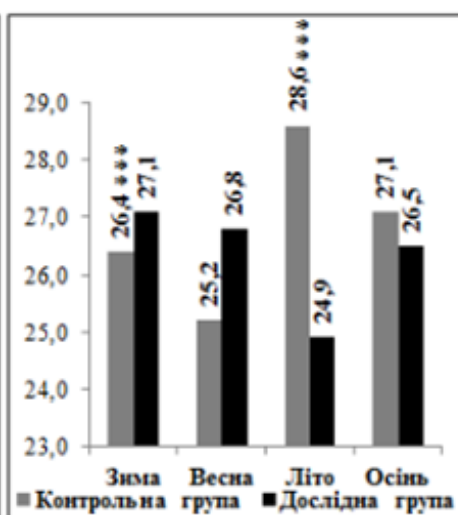


Рис. 4. Річна динаміка температури повітря у зоні життєдіяльності поросят, °C.

максимум температури у зоні життєдіяльності поросят також припав на літній період – 28,6 °C. Різниця температури тут між сезонними середніми показниками влітку та взимку становила 2,20 °C, або 7,69 % ($p < 0,001$), влітку та навесні – 3,40 °C, або 11,89 % ($p < 0,001$), влітку та восени – 1,5 °C, або 5,24 % ($p < 0,001$). Річного піку у дослідному приміщенні цей показник набув у зимову пору року – 27,10 °C, що достовірно вище проти літа на 2,20 °C, або 8,12 % ($p < 0,001$), та осені – на 0,60 °C, або 2,21 % ($p < 0,01$), і недостовірно вище проти весни на 0,30 °C, або 1,11 % ($p > 0,05$).

Амплітуда коливань річної динаміки температури лігва поросят була вищою для контрольного приміщення (рис. 5). Температурний

режим лігва свиноматок в обох приміщеннях за досліджуваний період вирізнявся нерівномірними перепадами міжсезонних показників (рис. 6).

Взимку температура лігва поросят, яких утримували за класичної вентиляції різнилася на: 1,10 °C, або 3,38 % ($p < 0,001$), 2,10 °C, або 6,46 % ($p < 0,001$) та 0,40 °C, або 1,23 % ($p < 0,05$) відповідно, порівнюючи з весною, літом та осінню. Температура лігва поросят у II дослідному приміщенні виявилась менш динамічною і коливалась від найвищого середнього значення навесні в 35,1 °C до найнижчого восени – в 33,6 °C. Різниця зимових показників із весняними набула від'ємного відхилення на 0,80 °C, або 2,33 % ($p < 0,001$) на користь ос-

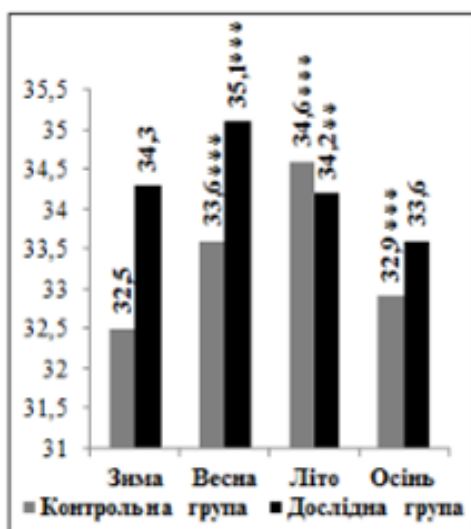


Рис. 5. Річна динаміка температури лігва поросят, °C.

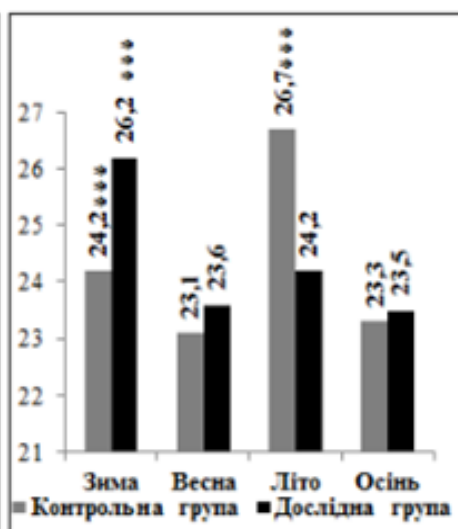


Рис. 6. Річна динаміка температури лігва свиноматки, °C.

таних, з осінніми – перевищення на 0,70 °С, або 2,04 % ($p < 0,01$), з літніми – набула недостовірного перевищення на 0,10 °, або 0,29 % ($p > 0,05$).

Річна динаміка температури лігва свиноматок у контрольному приміщенні була нижчою навесні на 1,10 °С, або 4,55 % ($p < 0,001$), восени – на 0,90 °С, або 3,72 % ($p < 0,001$) та вищою влітку на 2,50 °С, або 10,33 % ($p < 0,001$), порівнюючи з зимовими її значеннями. У приміщеннях з геотермальним типом створення мікроклімату цей показник виявився найвищим взимку – 26,20 °С, що проти весняної пори року більше на 2,60 °С, або 9,92 % ($p < 0,001$), літньої – більше на 2,00 °С, або 7,63 % ($p < 0,001$), осінньої – більше на 2,70 °С, або 10,31 % ($p < 0,001$).

Швидкість руху повітря в обох приміщеннях зростала в літні місяці (рис. 7). Зміни показника відносної вологості повітря, навпаки, вирізнялися сезонним зниженням його влітку і зростаннями в інші пори року (рис. 8).

Швидкість руху повітря набула найнижчих значень у приміщеннях із класичною системою створення мікроклімату взимку в 0,13 м/с, що недостовірно менше весняних на 0,06 м/с, або 46,15 % ($p > 0,05$), достовірно менше літніх на 0,23 м/с, або 176,92 % та осінніх – на 0,09 м/с, або 69,23 % ($p < 0,05$). Динаміка швидкості руху повітря за використання системи мікроклімату «Екзатоп» зростала впродовж року від мінімального показника 0,06 м/с взимку, що на 0,07 м/с, або 116,67 % ($p < 0,05$), на 0,16 м/с, або 266,67 % ($p < 0,001$) та на 0,10 м/с, або 166,67 % ($p < 0,001$) достовірно менше проти весняних, літніх та осінніх показників відповідно.

Класична система мікроклімату фірми «Агротехсервіс» забезпечувала відносну вологість повітря у контрольному приміщенні найнижчою влітні місяці – на рівні 46,3 %, що достовірно нижче проти зимових місяців на 10,10 % ($p < 0,001$), весняних – на 13,90 % ($p < 0,001$) та осінніх – на 20,40 % ($p < 0,001$). Відносна вологість повітря у дослідній групі також була найнижчою влітку із середньосезонним значенням 49,9 %, що недостовірно нижче, ніж взимку на 0,40 % ($p > 0,05$), достовірно нижче, ніж навесні на 5,90 % ($p < 0,001$) та нижче, ніж восени на 12,40 % ($p < 0,001$).

Аналіз газового складу повітря за рік виявив динаміку до різносторонньої зміни показників вмісту досліджуваних газів як у розрізі сезону, так і типу системи мікроклімату в приміщенні (рис. 9, 10, 11).

Вміст вуглекислого газу в повітрі I контрольного приміщення у зимові місяці був вищим проти весняних та літніх на 0,01 % об., або 7,69 % ($p > 0,05$) та 0,06 % об., або 46,15 % ($p < 0,001$) відповідно, однак поступався показникам осінніх місяців на 0,09 % об., або 69,23 % ($p < 0,001$). Зміна вмісту CO_2 у II дослідному приміщенні впродовж року була менш суттєвою і не різнилися для зимових та весняних місяців, досягши середньосезонного значення 0,16 % об., що було вище літніх значень на 0,05 % об., або 31,25 % ($p < 0,001$), та було недостовірно нижче осінніх значень на 0,03 % об., або 18,75 % ($p > 0,05$).

За застосування класичної системи створення мікроклімату вміст амоніаку в приміщенні взимку становив 4,68 г/м³, що було вище проти весни на 1,09 мг/м³, або 23,29 % ($p > 0,05$), літа

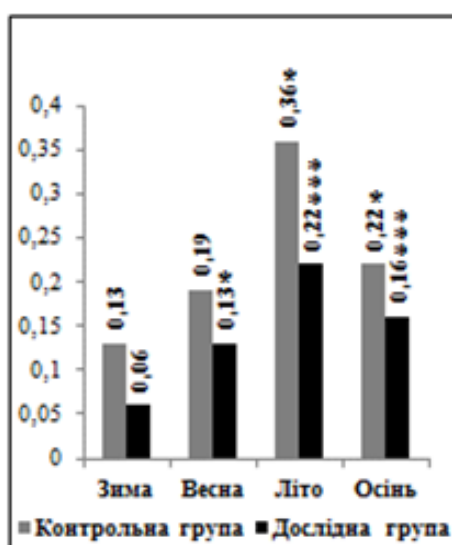


Рис. 7. Річна динаміка швидкості руху повітря, м/с.

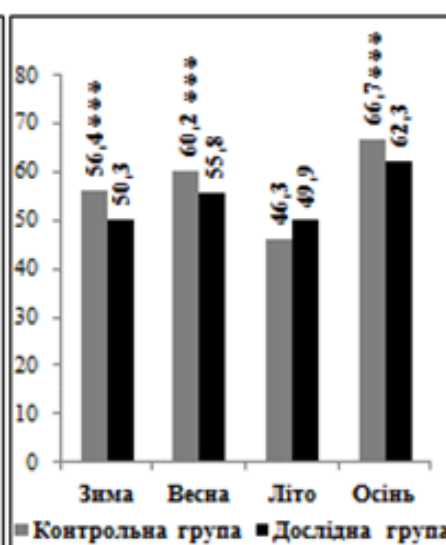


Рис. 8. Річна динаміка вологості повітря, %.

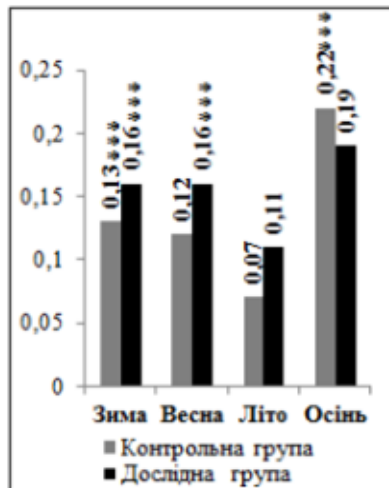
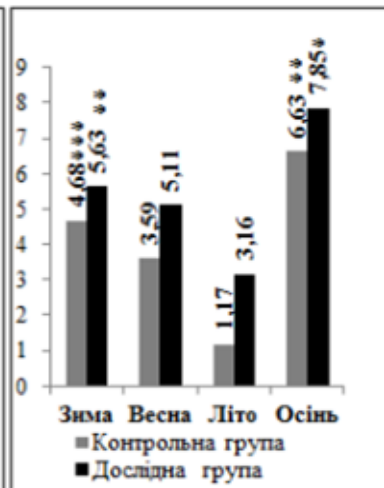
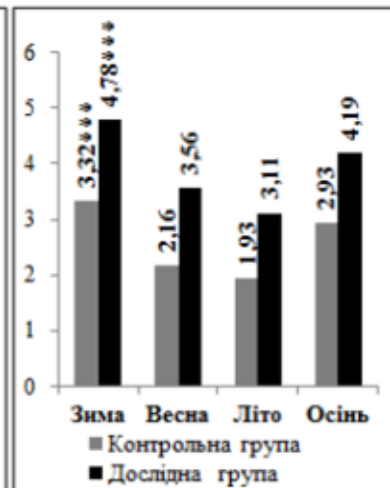


Рис. 9. Річна динаміка вмісту CO₂ в повітрі приміщень, % об.



**Рис. 10. Річна динаміка
вмісту NH_3 в повітрі
приміщень, мг/м^3 .**



**Рис. 11. Річна динаміка
вмісту H_2S в повітрі
приміщень, мг/м^3 .**

– на 3,51 мг/м³, або 75,00 % ($p < 0,001$), однак нижче проти осені на 1,95 мг/м³, або 41,67 % ($p < 0,05$). За функціонування геотермальної системи створення мікроклімату в приміщеннях для опоросу свиноматок рівень амоніаку взимку становив 5,63 мг/м³, який недостовірно перевищив весняні значення на 0,52 мг/м³ або 9,24 % ($p > 0,05$) та достовірно літні – на 2,47 мг/м³, або 43,87 % ($p < 0,01$), однак незначно поступився осіннім – на 2,22 мг/м³, або 39,43 % ($p < 0,05$).

Встановлено, що вміст сірководню в приміщенні, обладнаному вентиляцією з клапанною подачею повітря, найвищим був упродовж зимової пори року, досягши значення $3,32 \text{ мг/м}^3$, що перевищило значення весняних місяців на $1,16 \text{ мг/м}^3$, або $34,94 \%$ ($p < 0,001$), літніх – на $1,39 \text{ мг/м}^3$, або $41,87 \%$ ($p < 0,001$) та осінніх місяців – на $0,39 \text{ мг/м}^3$, або $11,75 \%$ ($p < 0,001$). У цю саму пору року в приміщенні, де функціонувала система вентиляції «Екзатоп», рівень сірководню досяг річного піку також взимку, що було вище, ніж навесні на $1,22 \text{ мг/м}^3$, або $25,52 \%$ ($p < 0,001$), більше, ніж влітку на $1,67 \text{ мг/м}^3$, або $34,94 \%$ ($p < 0,001$), більше, ніж восени на $0,59 \text{ мг/м}^3$, або $12,34 \%$ ($p < 0,001$).

Висновки.

1. Як геотермальна, так і класична вентиляції негативного тиску забезпечують рекомендовані ВНТП параметри мікроклімату в приміщеннях для утримання лактуючих свиноматок та підсисних поросят. Влітку за класичної системи вентиляції встановлено перевищення температури повітря в зоні життєдіяльності свиноматки.

2. Геотермальна система вентиляції забезпечує більш сталі впродовж року показники

температури і вологості повітря та температуру лігва поросят і свиноматки, порівнюючи з класичною. Водночас вона створює гірші показники загазованості повітря.

3. Геотермальна система вентиляції сприяє більш сталим показникам мікроклімату в приміщеннях упродовж року, порівнюючи з класичною.

Дослідження добової динаміки параметрів мікроклімату в приміщеннях за різних систем повітрообміну та їх впливу на продуктивність свиней потребують продовження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Герасимчук В.М. Оцінка і вдосконалення систем вентиляції свинарників різного призначення: дис. канд. с.-г. наук. Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН України. 2018. 251 с. URL: <https://snaubulletin.com.ua/index.php/ls/article/download/109/86>
2. Кузнецов А.Ф. Гигиена животных. М: Колос, 2001. С. 172–266. URL: <https://www.twirpx.com/file/2421213/>
3. Милостивий Р.В., Повод Н.Г., Старов И.В. Эффективность геотермальной вентиляции в свинарнике в жаркий период года. URL: https://www.researchgate.net/publication/324780099_Effektivnost_geotermalnoj_ventilacii_v_svinarnike_v_zarkij_period_goda_Efficiency_of_geothermal_ventilation_in_a_pigsty_in_the_hot_season_materials_in_Russian/citation/download DOI - 10.13140/RG.2.2.16200.83204
4. Михалко О.Г., Повод М.Г. Сезонна залежність продуктивності свиноматок данського походження від конструктивних особливостей систем вентиляції приміщень у період опоросу та лактації. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. Суми, 2019. Вип. 3(38). С. 77–90. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/7795/1/%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%6B%D0%BA%D0%BE%D0%9E.%D0%93.%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%>

D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D1%81%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BA.pdf

5. Baumgard L.H., Keating A., Ross J. W., Rhoads R. P. Effects of heat stress on the immune system, metabolism and nutrient partitioning: implications on reproductive success. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 2015. 39. C. 173–183. URL: [http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag173-183%20\(RB545\).pdf](http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag173-183%20(RB545).pdf)

6. Bloemhof S., Mathur P.K., Knol E.F., van der Waaij E.H. Effect of daily environmental temperature on farrowing rate and total born in dam line sows. *Journal of Animal Science.* 2013. 91. P. 2667–2679. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5902>

7. Bond T.E., Heitman Jr.H., Kelly C.F. Effects of increased air velocities on heat and moisture loss and growth of swine. *Trans. ASAE*, 1965. 8. P. 167–169. Doi: <https://doi.org/110.13031/2013.40458>

8. Claus R., Weiler U. Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 1985. 33. P. 85–97.

9. Close W.H., Heavens R.P., Brown D. The effects of ambient temperature and air movement on heat loss from the pig. *Anim. Sci.* 1981. 32. P. 75–84. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0003356100024806>

10. Image-processing technique to measure pig activity in response to climatic variation in a pig barn / Costa A. et al. *Anim. Prod. Sci.* 2014. 54. P. 1075–1083. Doi: <https://doi.org/10.1071/AN13031>

11. Choudhary A. HVAC vs Geothermal Heat Pump - Myth & Truth. *Open Journal of Energy Efficiency.* 2013. 2. P. 42–45.

12. De Rensis F., Ziecik A.J., Kirkwood R.N. Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications and treatments. *Theriogenology*, 2017. 1. 96. P. 111–117. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.04.004>

13. Combined active solar and geothermal heating: A renewable and environmentally friendly energy source in pig houses / Islam M.M. et al. *Environmental Progress & Sustainable Energy.* 2016. 35(4). P. 1156–1165.

14. Thermal stress alters postabsorptive metabolism during pre- and postnatal development / Johnson J.S. et al. *Climate change impact on livestock: adaptation and mitigation.* New Delhi (India): Springer India. 2015. P. 61–79.

15. Kerr B.J., Yen J.T., Nienaber J.A., Easter R.A. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 2003. 81. P. 1998–2007. Doi: <https://doi.org/10.2527/2003.8181998x>

16. The influence of the stable microclimate on the pig production performance / Kluzáková E. et al. *Res. Pig Breed.* 2013. 7. P. 15–19.

17. Krommweh M.S., Rosmann P., Buscher W. Investigation of heating and cooling potential of a modular housing system for fattening pigs with integrated geothermal heat exchanger. *Biosystems Engineering.* 2014. 121. P. 118–129.

18. Kpodo K.R., Duttlinger A.W., Johnson J.S. Effects of pen location on thermoregulation and growth performance in grow-finish pigs during late summer. *Translational Animal*

Science. 2019. 3(4). P. 1375–1382. URL: https://www.researchgate.net/publication/331971649_Effects_of_pen_location_on_thermoregulation_and_growth_performance_in_grow-finish_pigs_during_late_summer

19. Glucose requirements of an activated immune system in lactating Holstein cows/ Kvidera S.K. et al. *J. Dairy Sci.* 2017. 100. P. 2360–2374. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12001>

20. Lewis C. R.G., Bunter K.L. Effects of seasonality and ambient temperature on genetic parameters for production and reproductive traits in pigs. *Animal Production Science.* 2011. 51(7). 615 p. Doi: <https://doi.org/10.1071/AN10265>

21. Milostiviy R.V., Povod M.H., Zhyzhka S. Influence of various ventilation type on microclimate parameters, productivity of lactating sows, and growth of suckling piglets in spring and autumn seasons. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine.* 2019. 7. P. 90–96. Doi: <https://doi.org/10.32819/2019.71016>

22. Mitchell M.A. Effects of air velocity on convective and radiant heat transfer from domestic fowls at environmental temperatures of 20 degrees and 30 degrees C. *Br. Poult. Sci.* 1985. 26. P. 413–423. Doi: <https://doi.org/10.1080/00071668508416830>

23. Microenvironments in swine farrowing rooms: the thermal, lighting, and acoustic environments of sows and piglets / Morello G.M. et al. *Sci. Agric.* 2018. 75. P. 1–11. Doi: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0303>

24. High environmental temperature around farrowing induced heat stress in crated sows / Muns R. et al. *J. Anim. Sci.* 2016. 94. P. 377–384. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9623>

25. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production / Renaudeau D. et al. *Animal.* 2012. 6. P. 707–728. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>

26. Renaudeau D., Kerdoncuff M., Anaïs C., Gourdière J.L. Effect of temperature level on thermal acclimation in large white growing pigs. *Animal.* 2008. 2. P. 1619–1626. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731108002814>

27. The impact of chronic environmental stressors on growing pigs, *Sus scrofa* (Part 2): Social behaviour / Parker M.O. et al. *Animal.* 2010. 4. P. 1910–1921. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731110001084>

28. Geothermal Ventilation System for Animal House: A New Approach / Patel P.D. et al. *Int. J. Curr. Microbiol. App.* 2018. 7(06). P. 1850–1859. Doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.220>

29. Heat stress reduces barrier function and alters intestinal metabolism in growing pigs / Pearce S.C. et al. *J. Anim. Sci.* 2012. 90(4). P. 257–259. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas.52339>

30. Philippe, F.X., Cabaraux, J.F., Nicks, B. Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2011. 141. P. 245–260. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.012>

31. Seasonal and diel variations of ammonia and methane emissions from a naturally ventilated dairy building and the associated factors influencing emissions / Saha C.K. et al. *Sci. Total Environ.* 2014. 468. P. 53–62. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.015>

32. Sällvik K., Walberg K. The effects of air velocity and temperature on the behaviour and growth of pigs. *J. Agric.*

Eng. Res. 1984. 30. P. 305–312. Doi:[https://doi.org/10.1016/S0021-8634\(84\)80031-1](https://doi.org/10.1016/S0021-8634(84)80031-1)

33. Wale P.M., Attar A.C. Design, application and result analysis of geothermal ventilation system. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2013. 4(8). P. 2229–5518. URL:<https://www.ijser.org/paper/Design-Applcation-and-Result-Analysis-of-Geothermal-Ventilation-System.html>

REFERENCES

1. Herasymchuk, V.M. (2018). Ocinka i vdoskonalennja system ventyljacji' svynarykiv riznogo pryznachennja: dys. kand. s.-g. nauk [Estimation and improvement of ventilation systems of piggeries of various function: the dissertation of the candidate of agricultural sciences]. Instytut svynarstva i agropromyslovogo vyrobnytva NAAN Ukraïny [Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production of NAAS of Ukraine]. 251 p. Available at:<https://snaubulletin.com.ua/index.php/ls/article/download/109/86>

2. Kuznetsov, A.F. (2001). *Gigiena zhyvotnyh* [Hygiene of animals]. Moscow, Kolos, pp. 172–266. Available at:<https://www.twirpx.com/file/1980120/>

3. Milostiviy, R.V., Povod, N.G., Starov, I.V. (2018). Effektivnost geotermalnoy ventilyatsii v svinarnike v zharkiy period goda [Efficiency of geothermal ventilation in a pigsty in the hot season]. Available at:https://www.researchgate.net/publication/324780099_Effektivnost_geotermalnoy_ventilyatsii_v_svinarnike_v_zarkiy_period_goda_Efficiency_of_geothermal_ventilation_in_a_pigsty_in_the_hot_season_materials_in_Russian/citation/download DOI - 10.13140/RG.2.2.16200.83204

4. Mykhalko, O.G., Povod, M.G. (2019). Sezonna zalezhnist produktyvnosti svynomatok danskoho pokhodzhennia vid konstruktyvnykh osoblyvostei system ventilyatsii prymyshchen u period oporosu ta laktatsii [Seasonal fallowness of productivity of sows in the Danish walking area as a result of the design features of ventilation systems, during farrowing and lactation]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Tvarynnytstvo [Livestock]. Issue 3(38), pp. 77–90. Available at:<http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/77951/1/%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%93.%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D1%81%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BA.pdf>

5. Baumgard, L.H., Keating A., Ross, J. W., Rhoads, R. P. (2015). Effects of heat stress on the immune system, metabolism and nutrient partitioning: implications on reproductive success. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 39, pp. 173–183. Available at: [http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag173-183%20\(RB545\).pdf](http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag173-183%20(RB545).pdf)

6. Bloemhof, S., Mathur, P.K., Knol, E.F., van der Waaij, E.H. (2013). Effect of daily environmental temperature on farrowing rate and total born in dam line sows. *Journal of Animal Science*. 91, pp. 2667–2679. Available at:<https://doi.org/10.2527/jas.2012-5902>

7. Bond, T.E., Heitman Jr.H., Kelly, C.F. (1965). Effects of increased air velocities on heat and moisture loss and growth of swine. *Trans. ASAE*, 8:167–169. Available at: <https://doi.org/10.13031/2013.40458>

8. Claus, R., Weiler, U. (1985). Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. *J Reprod Fertil Suppl.* 33, pp. 85–97.

9. Close, W.H., Heavens, R.P., Brown, D. (1981). The effects of ambient temperature and air movement on heat loss from the pig. *Anim. Sci.* 32, pp. 75–84. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0003356100024806>

10. Costa, A., Ismayilova, G., Borgonovo, F., Viazzi, S., Berckmans, D., Guarino, M. (2014). Image-processing technique to measure pig activity in response to climatic variation in a pig barn. *Anim. Prod. Sci.* 54, pp. 1075–1083. Available at: <https://doi.org/10.1071/AN13031>

11. Choudhary, A. (2013). HVAC vs Geothermal Heat Pump - Myth & Truth. *Open Journal of Energy Efficiency*. 2, pp. 42–45.

12. De Rensis, F., Ziecik, A.J., Kirkwood, R.N. (2017). Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications and treatments. *Theriogenology*. 1, 96, pp. 111–117. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.04.004>

13. Islam, M.M., Mun, H.S., Bostami, A.B.M.R., Park, K.J., Yang, C.J. (2016). Combined active solar and geothermal heating: A renewable and environmentally friendly energy source in pig houses. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. 35(4), pp. 1156–1165.

14. Johnson, J.S., Abuajamieh, M., Sanz Fernandez, M.V., Seibert, J. T., Stoakes, S. K., Nteeba, J., Keating, A. F., Ross, Rhoads, R. P., Baumgard, L. (2015). Thermal stress alters postabsorptive metabolism during pre- and postnatal development. *Climate change impact on livestock: adaptation and mitigation*. New Delhi (India): Springer India. pp. 61–79.

15. Kerr, B.J., Yen J.T., Nienaber J.A., and Easter R.A..(2003). Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 81, pp. 1998–2007. Available at: <https://doi.org/10.2527/2003.8181998x>

16. Kluzáková, E., Stupka, R., Citek, J., Sprysl, M., Okrouhla, M., Brzobohaty, L., Vehovsky, K. (2013). The influence of the stable microclimate on the pig production performance. *Res. Pig Breed.* 7, pp. 15–19.

17. Krommweh, M.S., Rosmann, P., Buscher, W. (2014). Investigation of heating and cooling potential of a modular housing system for fattening pigs with integrated geothermal heat exchanger. *Biosystems Engineering*. 121, pp. 118–129.

18. Kpodo, K.R., Duttlinger, A.W., Johnson, J.S. (2019). Effects of pen location on thermoregulation and growth performance in grow-finish pigs during late summer. *Translational Animal Science*. 3(4), pp. 1375–1382. Available at: https://www.researchgate.net/publication/331971649_Effects_of_pen_location_on_thermoregulation_and_growth_performance_in_grow-finish_pigs_during_late_summer

19. Kvidera, S.K., Horst, E.A., Abuajamieh, M., Mayorga, E.J., Sanz Fernandez, M.V., Baumgard, L.H. (2017). Glucose requirements of an activated immune system in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 100, pp. 2360–2374. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12001>

20. Lewis, C. R.G., Bunter, K.L. (2011). Effects of seasonality and ambient temperature on genetic parameters for production and reproductive traits in pigs. *Animal*

Production Science. 51(7), 615 p. Available at: <https://doi.org/10.1071/AN10265>

21. Milostiviy, R.V., Povod, M.H., Zhyzhka, S. (2019). Influence of various ventilation type on microclimate parameters, productivity of lactating sows, and growth of suckling piglets in spring and autumn seasons. Theoretical and Applied Veterinary Medicine. 7, pp. 90–96. Available at: <https://doi.org/10.32819/2019.71016>

22. Mitchell, M.A. (1985). Effects of air velocity on convective and radiant heat transfer from domestic fowls at environmental temperatures of 20 degrees and 30 degrees C. Br. Poult. Sci. 26, pp. 413–423. Available at: <https://doi.org/10.1080/00071668508416830>

23. Morello, G.M., Lay Jr, D.C., Rodrigues, L.H. A., Richert, B.T., Marchant-Forde, J.N. (2018). Microenvironments in swine farrowing rooms: the thermal, lighting, and acoustic environments of sows and piglets. Sci. Agric. 75, pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0303>

24. Muns, R., Malmkvist, J., Larsen, M.L.V., Sprensen, D., Pedersen, L.J. (2016). High environmental temperature around farrowing induced heat stress in crated sows. J Anim Sci. 94, pp. 377–384. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9623>

25. Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., de Basilio, V., Gourdine, J.L., Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. Animal. 6, pp. 707–728. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>

26. Renaudeau, D., Kerdoncuff, M., Anais, C., Gourdine, J.L. (2008). Effect of temperature level on thermal acclimation in large white growing pigs. Animal. 2, pp. 1619–1626. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731108002814>

27. Parker, M.O., O'Connor, E.A., McLeman, M.A., Demmers, T.G.M., Lowe, J.C., Owen, R.C., Davey, E.L., Wathes, C.M. and Abeyesinghe, S.M. (2010). The impact of chronic environmental stressors on growing pigs, Sus scrofa (Part 2): Social behaviour. Animal. 4, pp. 1910–1921. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731110001084>

28. Patel, P.D., Srivastava, A.K., Chauhan, H.D., Ankuya, K.J., Prajapati, R.K., Paregi, A.B. (2018). Geothermal Ventilation System for Animal House: A New Approach. Int.J.Curr.Microbiol. App.Sci. 7(06), pp. 1850–1859. Available at: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.220>

29. Pearce, S.C., Mani, V., Boddicker, R.L., Johnson, J.S., Weber, T.E., Ross, J.W., Baumgard, L.H., Gabler, N.K. (2012). Heat stress reduces barrier function and alters intestinal metabolism in growing pigs. J. Anim. Sci. 90(4), pp. 257–259. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.52339>

30. Philippe, F.X., Cabaraux, J.F., Nicks, B. (2011). Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. Agric. Ecosyst. Environ. 141, pp. 245–260. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.012>

31. Saha, C.K., Ammon, C., Berg, W., Fiedler, M., Loebstin, C., Sanftleben, P., Brunsch, R., Amon, T. (2014). Seasonal and diel variations of ammonia and methane emissions from a naturally ventilated dairy building and the associated factors influencing emissions. Sci. Total Environ. 468, pp. 53–62. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.015>

32. Sällvik, K., Walberg, K. (1984). The effects of air velocity and temperature on the behaviour and growth of pigs. J. Agric. Eng. Res. 30, pp. 305–312. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0021-8634\(84\)80031-1](https://doi.org/10.1016/S0021-8634(84)80031-1)

33. Wale, P.M., Attar, A.C. (2013). Design, application and result analysis of geothermal ventilation system. International Journal of Scientific & Engineering Research. 4(8), pp. 2229–5518. Available at: <https://www.ijser.org/paper/Design-Applcation-and-Result-Analysis-of-Geothermal-Ventilation-System.html>

Сезонная динамика параметров микроклимата в помещениях свиноводки маточника при разных системах вентиляции

Михалко А.Г., Повод Н.Г.

Изучена зависимость показателей микроклимата в помещениях для содержания подсосных свиноматок от конструктивных особенностей системы вентиляции. Годовая динамика сезонных колебаний температуры в обоих помещениях репродуктора хозяйства, а также в зоне жизнедеятельности поросят фиксировалась в пределах нормы. При использовании классического типа вентиляции показатели температуры были достоверно выше летом относительно аналогичных значений в помещении с геотермальным типом вентиляции. В то же время амплитуда колебаний годовой динамики температуры логова поросят была выше в помещении с экспериментальным типом вентиляции относительно традиционного и с незначительным относительным превышением оптимального значения показателя на 0,1 °С в весенние месяцы. Температурный режим логова свиноматок как в исследуемом, так и в контрольном помещениях за исследуемый период отличался неравномерными перепадами межсезонных показателей: при использовании классической вентиляции – пик пришелся на летний период, вентиляции с подземной подачей воздуха – на зимний, однако без превышения оптимальных значений. Скорость движения воздуха в обоих помещениях росла в летние месяцы. При традиционной системе создания микроклимата фиксировалось стабильное достоверное превышение этого показателя относительно значений исследуемой системы, а также превышение его сверх нормы летом. Для исследуемой системы с подземной подачей воздуха, наоборот, были отмечены низкие значения и чрезвычайно низкие – в зимний сезон. Обе системы вентиляции обеспечивали оптимальную влажность воздуха в течение исследуемого периода. Содержание углекислого газа имело тенденцию к росту в осенние месяцы в обоих помещениях репродуктора, однако превысило норму только при использовании традиционной вентиляции в этот период – на 0,02 % об. Средние значения содержания аммиака пребывали в оптимальной зоне в течение всех сезонов с незначительным ростом концентраций осенью. Однако экспериментальная система микроклимата допускала достоверно более высокое содержание NH₃ по сравнению с системой в контрольном помещении в летние месяцы на 1,99 мг/м³, или 150,09 %. Содержание сероводорода было оптимальным для обоих помещений в течение года. Однако достоверно более высокими концентрациями H₂S отличалось помещение, где установлена опытная система подготовки воздуха «Экзатоп», на 64,81 % (p<0,001) – весной, на 61,14 % (p<0,001) – летом и на 43,00 % (p<0,001) – осенью, относительно помещения с традиционной сис-

темой подготовки воздуха. Учитывая проявленную зависимость показателей микроклимата помещений репродуктора от типа вентиляции, дальнейшие исследования влияния указанных факторов важно продолжить.

Ключевые слова: свиноматка, поросенок, тип вентиляции, многоплодие, масса гнезда поросят, сохранность, время года.

Season dynamics of microclimate parameters in the premises for keeping suckling sows farm with different ventilation systems

Mykhalko O., Povod M.

The article investigated the dependence of the microclimate indicators in the premises for keeping suckling sows on the design features of the ventilation system. The annual dynamics of seasonal temperature fluctuations in both premises of the reproducer of the farm, as well as in the zone of piglets' vital activity, was recorded within the normal range. At the same time, when using the classical type of ventilation, the temperature indicators were significantly higher in summer compared to similar values in premises with a geothermal type of ventilation. At the same time, the amplitude of fluctuations in the annual dynamics of the piglet den temperature was higher in premises with an experimental type of ventilation relative to the traditional one and with a slight relative excess of the optimal value of the indicator by 0,1 ° C in the spring months. The temperature regime of the den of sows both in the study and in the control premises during the study period was characterized by uneven differences in off-season indicators: when using classical ventilation, the peak fell in the summer

period, when using ventilation with underground air supply, in winter, however, without exceeding the optimal values. The air velocity in both rooms increased during the summer months. At the same time, with the traditional system for creating a microclimate, a stable reliable excess of this indicator relative to the values of the studied system was recorded, as well as its excess of the norm in summer. For the studied system with underground air supply, on the contrary, low values were noted and extremely low in the winter season. Both ventilation systems ensured optimal air humidity during the study period. The carbon dioxide content tended to increase in the autumn months in both premises, however, it exceeded the norm only when using traditional ventilation during this period – by 0,02% vol. Average values of ammonia content were kept in the optimal zone during all seasons with a slight increase in concentrations in autumn. However, the experimental microclimate system allowed a significantly higher NH_3 content than in control premises system in the summer months at 1,99 mg/m³ or 150,09%. The hydrogen sulfide content was optimal for both premises during the year. But the premises where the investigated air preparation system "Exatop" was installed significantly higher in the concentration of H_2S , by 64,81% ($p < 0,001$) in spring, by 61,14% ($p < 0,001$) in summer and by 43,00% ($p < 0,001$) in autumn, relative to premises with a traditional air preparation system. Despite the shown dependence of the microclimate indicators on the type of ventilation, it should be noted that it is important to continue further studies of the influence of these factors.

Key words: sow, piglet, type of ventilation, multiple births, piglet nest weight, safety, season.



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



Михалко О.Г. ID: <https://orcid.org/0000-0002-0736-2296/G-2305-2018>

Повод М.Г. ID: <https://orcid.org/0000-0001-9272-9672/W-1565-2018>

УДК 636.27(477).034.06.082.2:502.1

Вплив природно-кліматичної зони на продуктивність худоби української чорно-рябої молочної породи

Войтенко С.Л. , Сидоренко О.В. 

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

 Войтенко С.Л. E-mail: slvoitenko@ukr.net



Войтенко С.Л., Сидоренко О.В. Вплив природно-кліматичної зони на продуктивність худоби української чорно-рябої молочної породи. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 58–65.

Vojtenko S.L., Sydorenko O.V. Vplyv prirodno-klimatichnoi' zony na produktyvnist' hudoby ukrai'ns'koi' chorno-rjaboi' molochnoi' porody. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produktsii tvarynnystva», 2020. № 2. S. 58–65.

Рукопис отримано: 06.05.2020р.

Прийнято: 22.05.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-58-65

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Україна, яка розташована у центральній частині європейського континенту, перебуває у складних фізико-географічних умовах, зумовлених своєрідним формування клімату, основним проявом якого є надмірне зволоження й помірний температурний режим у західній та північно-західній частинах України, а також дефіцит опадів та підвищений температурний фон – у східній і південно-східній частинах. За природно-кліматичними зонами території Украї-

Представлені дані досліджень впливу природно-кліматичних зон України на прояв господарсько корисних ознак худоби найчисельнішої в країні української чорно-рябої молочної породи дали підстави стверджувати про ефективність використання ресурсів у тих умовах, до яких вони найбільш адаптовані та мають змогу проявляти генетично обумовлений потенціал. З'ясовано, що у зоні Лісостепу корови племінних стад за лактацію продукували 7344 кг молока, що на 242 і 1125 кг більше, ніж в зоні Степу і на Поліссі, за значного варіювання ознаки у межах кожної кліматичної зони ($C_v = 11,6–27,5\%$). Не сприяє високій продуктивності корів першої лактації зона Полісся, де надій тварин становив 5764 кг, тимчасом в інших кліматичних умовах – 6982–6992 кг. Доведено, що тривалість сервіс-періоду у корів трьох природно-кліматичних зон України змінювалась від 106 діб на Поліссі до 126 діб – Лісостепу. Однак вона не узгоджувалася з виходом телят на 100 корів, який на Поліссі становив 81 голову, у Степу – 82 і Лісостепу – 79 голів. Телиць зони Степу осіменяють живою масою 391 кг у віці 477 діб, а Лісостепу і Полісся з дещо меншою масою – 385 і 387 кг – у віці 493 та 517 діб, відповідно. Між телицями різних природно-кліматичних зон України відсутня достовірна різниця за живою масою у віці 6, 12 і 18 місяців, однак ступінь розвитку ознаки після 6-місячного віку був дещо кращим у худоби Степової зони. Виявлено додатний кореляційний зв'язок між надоем корів першої лактації усіх природно-кліматичних зон та їх живою масою у віці 6, 12 і 18 місяців, а також від'ємний з віком телиць за першого осіменіння ($-0,587... -0,810$) за статистично значущої кореляції у худоби зони Степу. Визначено високий коефіцієнт кореляції ($+0,703$) між живою масою телиць за першого осіменіння та надоем корів-первісток у зоні Полісся.

Ключові слова: природно-кліматичні зони, українська чорно-ряба молочна порода, корови, надій, лактація, жива маса, показники відтворної здатності, селекційні ознаки.

ни поділена на Полісся, Лісостеп і Степ, однак незалежно від структури земельних ресурсів, загальної кількості поголів'я сільськогосподарських тварин, їх біологічного потенціалу та населення територій, у кожній існують необхідні умови для розвитку тваринництва.

Установлено, що найбільша кількість тварин утримується у зоні Лісостепу, а щільність поголів'я худоби і птиці – Полісся. Тварини різних природно-кліматичних зон мають значні коливання продуктивності, які обумовлені

здебільшого ареалом розведення худоби. Так, середньодобові прирости худоби найвищі у господарствах Лісостепової зони, овець і кіз – Полісся, свиней – Полісся і Лісостепу. Середній річний надій корів найменший у господарствах степової зони [1, 2].

Раціональне розміщення виробництва продукції тваринництва з урахуванням особливостей територій сприяє зменшенню витрат живої і уречевленої праці, а також ефективному використанню природних ресурсів. Доведено, що розвиток галузі скотарства пов'язаний з природно-кліматичними та економічними умовами функціонування землі, де остання є основним джерелом кормовиробництва [3].

Науковці переконані в існуванні взаємозв'язку породи великої рогатої худоби з умовами довкілля, а точніше поєднанні «генотип-середовище», яке сприяє прояву генетичного потенціалу тварин. Установлено, що в одних умовах одні й ті самі генотипи можуть бути кращими, а в інших – гіршими [4].

Аналіз генезису чорно-рябої породи великої рогатої худоби в Україні дав змогу встановити її зв'язки з худобою Німеччини, Нідерландів, Канади, Естонії, Литви, США [5–8] й обґрунтувати своєрідний тип тварин, який сформувався в різних природно-кліматичних зонах нашої країни, та став основою для створення вітчизняної української чорно-рябої молочної породи. Засвідчено, що на період апробації української чорно-рябої молочної породи до її складу належали три внутрішньопородні (центрально-східний, західний і поліський) і три заводські типи (київський, західний і поліський) [9]. Основною відмінністю типів була материнська основа, а також природно-кліматична зона як ареал розповсюдження худоби. Встановлено, що корови центрально-східного типу, виведені на основі схрещування симентальської і голландської худоби з плідниками голштинської, на період апробації мали середній надій за лактацію 6680 кг; західного типу, створені на основі поєднання голландизованої чорно-рябої худоби з бугаями голштинської породи європейської і американської селекції – 5847 кг; поліського типу, одержаного за схрещування корів білоголової української породи з бугаями голштинської породи – 5490 кг [9,10]. Корови створеного дещо пізніше південного внутрішньопородного типу, в основі якого схрещування корів червоної степової з бугаями голштинської породи, мали середній надій за лактацію понад 6000 кг [11]. Для худоби інших внутрішньопородних та заводських типів цієї породи притаманна аналогічна диференціація продуктивності, яка обумовлена

спадковістю вихідних батьківських порід та ареалом розведення. Отже, крім генотипу, вирішальне значення у прояві господарсько-корисних ознак худоби має природно-кліматична зона з її температурним режимом, складом ґрунтів, вологістю, кормовиробництвом. У зв'язку з цим доцільно зосередити увагу на виробництві молока від корів тих порід, які найбільш адаптовані та акліматизовані до природи регіону, відмовившись від розведення тварин відкритою популяцією та постійного залучення імпортованого поголів'я.

Порівняльний аналіз молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної та голштинської порід, матерів яких було завезено в умови Півдня України з інших природно-кліматичних зон, засвідчив правильність такого підходу. Встановлено, що надій корів української чорно-рябої молочної породи дочок 28 бугаїв 9 генеалогічних ліній за першу лактацію варіював від 5786 до 8816 кг, а голштинської породи, дочок 32 бугаїв 7 генеалогічних ліній, в таких само умовах утримання – 2298–8100 кг. Надій корів української чорно-рябої молочної породи, порівнюючи з їх матерями, збільшився на 773 кг, водночас голштинської породи знизився на 321 кг. Отже, з двох досліджуваних порід найвдалішою для розведення в умовах Півдня України слід вважати українську чорно-рябу молочну породу [12].

Підтверджують вплив природно-кліматичних умов на молочну продуктивність худоби й дані досліджень інших науковців, які в умовах Лісостепової зони досліджували прояв генетичного потенціалу тварин декількох порід і виявили, що корови племінних стад Полтавщини перевищували середні показники племінних господарств України за надоем на 289 кг, за незначної переваги за молочним жиром і білком. Вихід телят на 100 корів у племінних господарствах Полтавщини становив 85 голів проти 80 голів по Україні [13].

Для запобігання втратам порід сільськогосподарських тварин в умовах сучасної зміни клімату слід ефективніше використовувати ресурси в тих природно-кліматичних умовах, до яких вони найбільш адаптовані та в яких проявляють свій генетично обумовлений потенціал. Заразом зони Полісся та Лісостепу України останні роки теплішають швидше, ніж степові регіони, а кліматичні умови Південного Степу в недалекій перспективі матимуть риси сучасних сухих субтропіків [14]. Доведено зв'язок окремих кліматичних чинників, насамперед температури повітря, із захворюваністю тварин, відтворною здатністю, виробництвом молока [15].

У зоні Лісостепу України, яка має дещо кращі умови для тваринництва, встановлено негативний вплив спекотної, високої температури навколишнього середовища на молочну та м'ясну продуктивність великої рогатої худоби [16].

Для запобігання негативним наслідкам зміни клімату розроблено досить багато засобів і методів, однак у тваринництві вплив різних природно-кліматичних умов України на прояв господарсько корисних ознак великої рогатої худоби, особливо найрозповсюдженішої української чорно-рябої молочної породи, залишається недостатньо вивченим.

Метою дослідження було порівняння господарсько корисних ознак худоби української чорно-рябої молочної породи – суб'єктів племінної справи у тваринництві Лісостепу, Степу і Полісся України з установленням співвідносною мінливості окремих ознак та визначенням природно-кліматичної зони, де худоба досліджуваної породи може проявляти найвищу продуктивність.

Матеріал і методи дослідження. Вивчення господарсько корисних ознак худоби української чорно-рябої молочної породи проводили за даними кількісних і якісних показників суб'єктів племінної справи у тваринництві, а також Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2018 рік [17]. Для проведення аналізу племінні стада згрупували за областями, які належать до відповідної природно-кліматичної зони України згідно з географічним поділом території. У зоні Лісостепу враховано дані про худобу української чорно-рябої молочної породи 8 областей (Вінницької, Київської, Полтавської, Сумської, Тернопільської, Харківської, Хмельницької і Черкаської) та 94 племінних стад, у зоні Степу – 6 областей (Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Кіровоградської, Миколаївської, Одеської) та 17 племінних стад, в зоні Полісся – 6 областей (Волинської, Житомирської, Івано-Франківської, Львівської, Рівненської і Чернігівської) і 53 племінних стад. Досліджували середній надій корів стада, а також корів-первісток за 305 діб лактації, вік та живу масу телиць за першого плідного осіменіння,

живу масу телиць упродовж вирощування. До опрацювання в зоні Лісостепу залучено дані 30817 корів племінних стад, серед яких 8915 корів-первісток, зоні Степу – 3473 корови і 1349 первісток, зоні Полісся – 15133 корови і 3637 первісток. Враховано продуктивність 13535 нетелів та 27386 телиць старше одного року. Аналіз залежності між окремими показниками продуктивності визначали за використання кореляційного аналізу. Опрацювання експериментальних даних проводили методами математичної статистики засобами програмного пакета «Statistika 10».

Результати дослідження та обговорення.

Дослідженнями встановлено, що корови української чорно-рябої молочної породи, які продукували молоко в різних природно-кліматичних зонах України, характеризувалися значною диференціацією надою як у середньому по стаду, так і за першу лактацію. Найвищий середній надій за лактацію мали корови в зоні Лісостепу – 7334 кг, що на 242 і 1125 кг більше, ніж в Степу і Поліссі (табл. 1).

Водночас навіть в одній і тій самій кліматичній зоні худоба української чорно-рябої молочної породи не консолідована за основною ознакою молочної продуктивності – надоєм, що підтверджено коефіцієнтом варіації ознаки, а також межами показника. У зоні Лісостепу є племінні стада з середнім надоєм корів від 5896 до 8083 кг, тобто розмах ознаки становить 2187 кг, а коефіцієнт мінливості – 11,6 %. У зоні Степу різниця між продуктивністю тварин кращих і гірших стад ще більша і становить 6382 кг за досить високого показника коефіцієнта мінливості (27,5 %). Корови досліджуваних племінних стад Полісся теж характеризувалися значною диференціацією надою (4825–8130 кг) та високим коефіцієнтом його мінливості (23,1 %). Отже, кращі умови для виробництва молока існують у зоні Лісостепу, однак у кожній природно-кліматичній зоні України реально створити стада з високим рівнем молочної продуктивності, потрібно лише задіяти сучасні механізми прогресивної технології виробництва молока. Заразом найбільш високопродуктивне стадо худоби української чорно-рябої породи з середнім надоєм корів

Таблиця 1 – Надій корів у різних природно-кліматичних зонах

Природно-кліматична зона	Середній надій, кг			Надій корів-первісток, кг		
	M ± m	V min-V max	Cv,%	M ± m	V min-V max	Cv,%
Лісостеп	7334±301,1	5896–8083	11,6	6982±309,1	5603–7884	12,5
Степ	7092±737,2	3389–9771	27,5	6962±625,1	4350–9636	23,8
Полісся	6209±585,1	4825–8130	23,1	5764±677,6	4235–8307	28,8

за лактацію на рівні 9771 кг знаходиться в зоні Степу, де, як вважають кліматологи і науковці, найбільш несприятливі умови для ведення молочного скотарства через проблеми з кормовиробництвом і тепловим стресом.

Від корів першої лактації найменшу кількість молока одержано на Поліссі – 5764 кг, за майже однакової його кількості у двох інших досліджуваних зонах (6982–6962 кг). Водночас у корів-первісток, як і корів основного стада, виявлено досить значні межі варіювання надою за лактацію, які швидше можна обґрунтувати відповідними умовами утримання і годівлі худоби в господарствах, ніж впливом природно-кліматичної зони. Найвищий надій за 305 дів першої лактації мали корови в природно-кліматичній зоні Степу – 9636 кг, де також виявлено стада з найнижчим рівнем продуктивності. Така тенденція аналогічна із середньою продуктивністю корів племінних стад цієї зони. З огляду на коефіцієнт мінливості ознаки, який в зоні Степу становив 23,8 %, а Полісся – 28,8 %, можна зробити висновок про неоднорідність стад з можливістю формування мережі високопродуктивних господарств за правильного технологічного розв'язання цієї проблеми.

Поряд з молочною продуктивністю, не менш вагомим чинником успішного ведення галузі молочного скотарства є відтворна здатність корів, в основі якої – щорічне одержання теляти від корови. Вік телиць української чорно-рябої молочної породи за першого плідного осіменіння залежав не лише від природно-кліматичної зони України, й від раціонального розміщення та технологічної оснащеності господарства в конкретній зоні. Враховуючи середні показники, у найбільш ранньому віці – 477 дів, перше плідне осіменіння телиць української чорно-рябої молочної породи проводиться в зоні Степу (табл. 2).

Телиці зон Лісостепу і Полісся характеризуються довшим на 16 і 40 дів віком першого осіменіння, порівнюючи з вирощеними у зоні Степу. Поліська природно-кліматична зона не сприяє інтенсивному використанню худоби української чорно-рябої молочної породи, оскільки в цих умовах середній вік першого осіменіння телиць був найвищий серед досліджуваних і становив 517 дів. Заразом у кожній природно-кліматичній зоні можна консолідувати породу за цією селекційною ознакою, враховуючи верхню межу показника. Найбільш неконсолідовані стада за віком телиць за першого осіменіння знаходяться в Степу, де різниця між показниками кращих і гірших господарств становить 150 дів.

Враховуючи тісний зв'язок віку телиць за першого осіменіння з їх живою масою в цей період, проаналізували цю ознаку, і не виявили значної диференціації показника серед тварин різних природно-кліматичних зон. У середньому телиць української чорно-рябої молочної породи в зонах Лісостепу, Степу і Полісся вперше осіменяли за досягнення ними живої маси 385–391 кг, що засвідчує дотримання рекомендованих параметрів для породи. Водночас установлено, що телиць у господарствах зони Степу вперше осіменяють за живої маси 391 кг у віці 477 дів (15,6 міс.), а Лісостепу і Полісся – з дещо меншою живою масою (385 і 387 кг відповідно), однак старшим віком першого осіменіння (16,9 і 16,2 міс.). Можливості селекції щодо підвищення живої маси телиць за першого осіменіння та формування однорідних стад у конкретній природно-кліматичній зоні обмежені з огляду на низькі коефіцієнти варіації показника (2,7–3,3 %). Ця ознака краще піддаватиметься покращенню завдяки створенню тваринам належних умов утримання і годівлі впродовж вирощування, ніж методів селекції.

Таблиця 2 – Відтворна здатність корів української чорно-рябої молочної породи в різних природно-кліматичних зонах

Показники	Природно-кліматичні зони		
	Лісостеп	Степ	Полісся
Вік телиць за першого осіменіння, дів			
M ± m	493±8,1	477±17,8	517±16,1
V min-V max	458-517	390-540	456-565
Cv,%	4,7	9,9	7,6
Жива маса телиць за першого осіменіння, кг			
M ± m	385±3,7	391±4,9	387±4,7
V min-V max	369-404	370-409	373-403
Cv,%	2,7	3,3	3,0
Тривалість сервіс-періоду, дів			
M ± m	126±7,5	125±12,5	106±13,5
V min-V max	99-156	60-159	78-165
Cv,%	16,8	26,4	31,2

Доведено, що тривалість сервіс-періоду у корів трьох природно-кліматичних зон України змінювалась від 106 діб у господарствах зони Полісся до 126 діб – Лісостепу, на підставі чого зроблено висновок про можливість щорічного одержання теляти від корови, хоча така тенденція не узгоджується з іншим показником відтворної здатності – виходом телят на 100 корів, який на Поліссі становив 81 голову, у Степу – 82 і Лісостепу – 79 голів. Доведено внутрішньопородну та міжстадну різницю за цим показником, яка дає змогу проводити ефективний добір тварин у кожній природно-кліматичній зоні.

Оцінювання худоби української чорно-рябої молочної породи різних природно-кліматичних зон було б не повним без аналізу росту молодняку впродовж вирощування. Згідно з отриманими даними (табл. 3), телиці досліджуваної породи, яких розводять у трьох природно-кліматичних зонах, майже не різнилися за живою масою у 6-місячному віці, оскільки їх середні показники знаходилися у межах 178–182 кг і відповідали рекомендованим науковцями цільовим параметрам породи у цей віковий період.

Молодняк племінних стад Лісостепу і Степу характеризувався незначним варіюванням цього показника за низького коефіцієнта мінливості (3,5 і 3,1 % відповідно), тимчасом у зоні Степу різниця за живою масою телиць між різними стадами становила 55 кг. У віці 12 та 18 місяців телиці, вирощені у різних природних зонах, достовірно не різнилися за жи-

вою масою, однак ступінь розвитку ознаки був дещо кращим у худоби зони Степу. Отже, попри існуючу внутрішньопородну та міжстадну різницю живої маси телиць різного віку та природно-кліматичної зони, можна стверджувати про функціонування у більшості господарств налагодженої системи кормовиробництва, яка забезпечує достатній рівень годівлі молодняку.

Практикою тваринництва доведено ефективність селекції за обмеженою кількістю господарсько корисних ознак. У молочному скотарстві найактуальнішим є питання підвищення молочної продуктивності та добору корів-первісток. Було визначено зв'язок надою корів за першу лактацію з живою масою телиць у віці 6, 12 і 18 місяців, а також між віком і живою масою за першого плідного осіменіння. Установлено, що зв'язок між надоєм корів української чорно-рябої молочної породи усіх природно-кліматичних зон та живою масою телиць досліджуваного віку додатний, а для худоби Степу – ще й достовірний (табл. 4). Незважаючи на додатний зв'язок між досліджуваними ознаками, добір телиць у зоні Лісостепу за живою масою у віці 12, 18 і, особливо, 6 місяців не матиме позитивних наслідків для підвищення молочної продуктивності корів першої лактації через низькі, або середнього рівня коефіцієнти кореляції (+0,086 ... +0,486).

Суттєву кореляцію між досліджуваними ознаками, крім «надій – жива маса у віці 6 місяців», виявлено для худоби Полісся, що дає підстави добирати телиць за живою масою у віці 12 і 18 місяців і в такий спосіб підвищи-

Таблиця 3 – Жива маса телиць у різних природно-кліматичних зонах

Вік, міс.	Природно-кліматичні зони		
	Лісостеп	Степ	Полісся
6			
M ± m	182±2,23	179±7,17	178±2,28
V min-V max	173-189	145-200	173-185
Cv,%	3,5	10,6	3,1
12			
M ± m	315±5,75	321±11,43	303±6,44
V min-V max	292-344	270-370	285-326
Cv,%	5,2	9,4	5,2
18			
M ± m	424±5,54	434±13,44	417±12,4
V min-V max	405-450	370-480	385-463
Cv,%	3,7	8,2	7,3

Таблиця 4 – Коефіцієнти кореляції між надоєм корів-первісток та їх живою масою у період вирощування, за першого осіменіння й віком першого осіменіння

Природно-кліматичні зони	Надій – жива маса у період вирощування			Надій	
	6 міс.	12 міс.	18 міс.	вік першого осіменіння	жива маса за першого осіменіння
Лісостеп	+0,086	+0,486	+0,398	-0,632	-0,557
Степ	+0,851**	+0,947**	+0,825**	-0,810**	+0,121
Полісся	+0,059	+0,618	+0,943*	-0,587	+0,703

Примітка: *P>0,95; **P>0,99.

ти надій корів першої лактації. Вік телиць за першого осіменіння мав достатньо високий від'ємний зв'язок з надоем корів-первісток усіх досліджуваних природно-кліматичних зон України, за достовірної кореляції у худоби зони Степу (-0,587... -0,810, $P > 0,99$). Це підтверджує необхідність правильно вирощувати телиць для того, щоб не втрачати прибуток від молока.

Зв'язок між надоем корів-первісток і живою масою телиць за першого осіменіння у різних природно-кліматичних зонах мав різну спрямованість: у зоні Лісостепу був від'ємним і середнього рівня, а в зонах Степу і Полісся – додатним. Однак саме в Степовій зоні, де вже сформовано популяцію з досить високою живою масою і рівнем молочної продуктивності, добір за живою масою за першого осіменіння не сприятиме суттєвому підвищенню надою корів-первісток. Найвдалішим подібний добір буде в зоні Полісся, де виявлено високий коефіцієнт кореляції між вказаними вище ознаками (+0,703).

Висновки. Доведено різний прояв господарсько корисних ознак худоби української чорно-рябої молочної породи залежно від природно-кліматичної зони її розведення. Водночас різниця між показниками продуктивності тварин племінних стад однієї кліматичної зони може перевищувати різницю середніх показників між зонами.

Установлено, що найвищий середній надій за лактацію мали корови племінних стад зони Лісостепу – 7334 кг, що на 242 і 1125 кг більше, ніж природно-кліматичних зон Степу і Полісся. Найменшу кількість молока від корів-первісток одержано на Поліссі – 5764 кг за майже однакової його кількості у двох інших досліджуваних зонах (6982–6962 кг). Виявлені межі варіювання надою корів-первісток за лактацію можуть залежати від технологічних підходів до виробництва молока, особливо рівня годівлі, що дає підставу для формування мережі високопродуктивних стад у Степу і на Поліссі за створення належних умов вирощування і годівлі худоби.

Установлено, що телиць кліматичної зони Степу вперше осіменяють за живої маси 391 кг у віці 477 діб (15,6 міс.), а Лісостепу і Полісся – з дещо меншою живою масою (385 і 387 кг, відповідно), однак пізнішим віком першого осіменіння (16,9 і 16,2 міс.).

Доведено несуттєву різницю між живою масою телиць у господарствах досліджуваних природно-кліматичних зон у віці 6, 12 і 18 місяців з тенденцією переваги, однак недостовірної, молодняку зони Степу у 12- та 18-місяч-

ному віці над ровесниками інших кліматичних зон України.

Визначений зв'язок між надоем корів української чорно-рябої молочної породи усіх природно-кліматичних зон та живою масою телиць у віці 6, 12 і 18 місяців був додатним і здебільшого середнього, або високого рівня. Водночас виявлено високі від'ємні значення коефіцієнтів кореляції між віком першого осіменіння телиць та надоем корів-первісток в усіх досліджуваних природно-кліматичних зонах (-0,587...-0,810) за достовірного їх значення у худоби зони Степу. Найвдалішим добір корів за живою масою за першого осіменіння для підвищення їх надою першої лактації буде в зоні Полісся, де виявлено високий коефіцієнт кореляції між вказаними вище ознаками (+0,703).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тваринництво України 2016 (2015): статистичний збірник. К.: Державна служба статистики. 2017 (2016). 141 (211) с.
2. Лаврук В.В. Оцінка виробництва та споживання населенням продукції тваринництва. Економіка та держава. 2017. № 6. С. 72–74
3. Семенда О.В. Формування стійкої кормової бази як елемента інтенсифікації молочного скотарства. Економіка та управління АПК. Біла Церква, 2011. Вип. 6 (89). С. 153–156.
4. Басовский Н.З. Взаимодействие между генотипом и средой в популяциях молочного скота. Вісник аграрної науки. 1997. № 12. С. 40–43.
5. Недава В.Ю., Єфименко М.Я. Чорно-ряба худоба. К.: Урожай, 1987. 144 с.
6. Єфименко М.Я. Украинская черно-пестрая молочная порода: генезис, состояние и перспективы селекции. Розведення і генетика тварин: міжвід. темат. наук. зб. 2010. Вип. 44. С. 17–20.
7. Федорович Є.І. Західний внутрішньопородний тип української чорно-рябої молочної породи. Тваринництво України. 2009. Вип. 4. С. 22–23.
8. Прохоренко П.Н. Голштино-фризская порода скота. Л.: Агропромиздат, 1985. 237 с.
9. Єфименко М.Я. Формирование внутрипородной структуры создаваемых пород молочного скота. Розведення і генетика тварин: міжв. темат. наук. зб. 2012. № 46. С. 50–53.
10. Пелехатий М.С., Піддубна Л.М. Роль бугаїв-плідників у формуванні відкритої популяції української чорно-рябої молочної породи північно-східного регіону. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква, 2010. Вип. 3(72). С. 88–92.
11. Єфименко М.Я., Коваленко Г.С., Полупан Ю.П. Південний внутріпородний тип української чорно-рябої молочної породи. Розведення і генетика тварин: міжвід. темат. наук. зб. 2008. Вип. 42. С. 74–81.
12. Буюклу Г.І., Писаренко А.В. Реалізація генетичного потенціалу молочної продуктивності корів різних порід в умовах одного господарства Півдня України. Розведення і генетики тварин: міжвід. темат. наук. зб. 2010. № 44. С. 59–61.

13. Войтенко С.Л., Петренко М.О., Шаферівський Б.С., Желізняк І.М. Молочна продуктивність та відтворна здатність корів української чорно-рябої молочної породи Полтавщини. Вісник Сумського Національного аграрного університету. 2017. Вип. 5/1 (31). С. 36–44.

14. П'яте Національне повідомлення України з питань зміни клімату, підготовлене на виконання статті 4 та 12 Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та статті 7 Кіотського протоколу. Київ, 2009. 281с.

15. Підвищення стійкості до змін клімату сільськогосподарського сектору Півдня України. Регіональний екологічний центр для Центральної і Східної Європи. Сентендре, Угорщина, 2015. 76 с.

16. Температура навколишнього середовища як фактор впливу на продуктивність великої рогатої худоби / Кравченко Ю.С. та ін. Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН. 2019. № 121. С. 136-146. Doi:<https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-136-146>.

17. Державний реєстр суб'єктів плеїнної справи у тваринництві за 2018 рік. URL: www.animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr [Дата звернення 23.04.2020].

REFERENCES

1. Tvarynnyctvo Ukrainy 2016 (2015): Statystychny zbirnyk [Livestock of Ukraine 2016 (2015): Statistical collection]. K.: Derzhavna sluzhba statystyky [K.: State Statistics Service]. 2017 (2016), 141 (211) p.

2. Lavruk, V.V. (2017). Ocinka vyrobnyctva ta spozhyvannja naselennjam produkciï tvarynnyctva [Evaluation of production and population consumption of animal products]. Ekonomika ta derzhava [Economy and the state]. no. 6, pp.72–74.

3. Semenda, O.V. (2011). Formuvannjastijkoï kormovoi bazy jak elementa intensyfikacii molochnoho skotarstva [Formation of a stable food supply as part of the intensification of dairy farming]. Ekonomika ta upravlinnja APK [AIC Economics and Management]. Vol. 6 (89), pp. 153–156.

4. Basovskij, N.Z. (1997). Vzaimodejstvie mezhdu genotipom i sredoj v populjacijah molochnoho skota [Interaction between genotype and environment in dairy cattle populations]. Visnykagrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no 12, pp. 40–43.

5. Nedava, V.Ju., Jefymenko, M. Ja. (1987). Chorno-rjabahudoba [Black-and-White cattle]. K.: Harvest, 144 p.

6. Efimenko, M.Ja. (2010). Ukrainskaja cherno-pestraja molochnaja poroda: genezis, sostojanie i perspektiv y selekcii [Ukrainian Black-and-White Dairy breed: genesis, condition and selection prospects]. Rozvedennja i genetykatvaryn: mizhvid. temat. nauk. zb.[Animal Breeding and Genetics. Inter departmental thematic scientific collection]. Issue 44, pp. 17–20.

7. Fedorovych, Je.I. (2009). Zahidnyj vnutrishn'o-porodnyj typ ukrai'ns'koi' chorno-rjaboi' molochnoi' porody [Western inbred type of Ukrainian Black-and-White Dairy breed]. Tvarynnyctvo Ukrainy [Livestock of Ukraine]. Vol. 4, pp. 22–23.

8. Prohorenko, P.N. (1985). Golshtino-frizskaja poroda skota [Holstein-Friesian breed cattle]. L.: Agropromizdat, 237 p.

9. Efimenko, M.Ja. (2012). Formirovanie vnutriporodnoj struktury sozdavaemyh porod molochnoho skota [Formation of thein-breed structure of breeds of dairy cattle]. Rozvedennja

i genetykatvaryn: mizhvid. temat. nauk. zb. [Animal Breeding and Genetics. Interdepartmental thematic scientific collection].no. 46, pp. 50–53.

10. Pelehatij, M.S., Piddubna, L.M. (2010). Rol' bugai'v-plidnykiv u formuvanni vidkrytoi' populjacii' ukrai'ns'koi' chorno-rjaboi' molochnoi' porody pivnichno-shidnoho regionu [The role of servicing bulls in the formation of an open black-and-white breed population in northern Polissya region]. Tehnologija virobnyctva i pererobki produkciï tvarinnictva [Animal Husbandry Products Production and Processing]. Vol. 3(72), pp. 88–92.

11. Jefimenko, M.Ja., Kovalenko, G.S., Polupan, Ju.P. (2008). Pivdennyj vnutriporodnyj typ ukrai'ns'koi' chorno-rjaboi' molochnoi' porody [Southern intra breed type of the Ukrainian Black-and-White Dairy breed]. Rozvedennja i genetykatvarin: mizhvid. temat. nauk. zb. [Animal Breeding and Genetics. Interdepartmental thematic scientific collection]. Vol. 42, pp. 74–81.

12. Bujuklu, G.I., Pisarenko, A.V. (2010). Realizacija genetichnoho potencialu molochnoi' produktivnosti koriv riznih porid v umovah odnogo gospodarstva pivdnja Ukra i'ni [Realization of genetic potential of dairyproductivity of cows of different breeds in the conditions of one farmin the South of Ukraine]. Rozvedennja i genetykatvarin: mizhvid. temat. nauk. zb.[Animal Breeding and Genetics.Interdepartmental thematic scientific collection]. no. 44, pp. 59–61.

13. Vojtenko, S.L., Petrenko, M.O., Shaferivs'kij, B.S., Zheliznjak, I.M. (2017). Molochna produktyvnist' ta vidtvorna zdattist' koriv ukrai'ns'koi' chorno-rjaboi' molochnoi' porody Poltavshhyny [The milk production and reproductive ability of cows ukrainian black-and-white dairy breed of Poltavaregion]. Visnik Sums'kogo Nacional'nogo agrarnogo universitetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Vol. 5/1 (31), pp. 36–44.

14. P'jate Nacional'ne povidomlennja Ukrainy z pytan' zminy klimatu, pidgotovlene na vykonannja statii 4 ta 12 Ramkovoi' konvencii' OON pro zminu klimatu ta statii 7 Kiots'kogo protokolu [Fifth National Communication of Ukraine on Climate Change prepared in implementation of Articles 4 and 12 of the UN Framework Convention on Climate Change and Article 7 of the Kyoto Protocol]. Kyiv, 2009. 281 p.

15. Pidvyshhennja stijkosti do zmin klimatu sil'skogospodars'kogo sektoru Pivdnja Ukrainy [Increasing resilience to climate change in the agricultural sector of southern Ukraine]. Regional'nyj ekologichnyj centr dlja Central'noi' i Shidnoi' Jevropy [Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe]. Sentendre, Ugorshhina [Szentendre, Hungary]. 2015, 76 p.

16. Kravchenko Ju.S., Prusova G.L., Zolotar'ov A.P., Jelec'kaja L. M., Timchenko L.A. (2019). Temperatura navkolyshn'ogo seredovyssha, jak faktor vplyvu na produktyvnist' velykoi' rogatoi' hudoby [Ambient temperature as a factor influencing the productivity of cattle]. Naukovotekhnichnij bjuleten' Institutu tvarinnictva NAAN [Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Husbandry of NAAS]. no. 121, pp. 136–146. Available at:<https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-136-146>.

17. Derzhavnyi reiestr subiektiv plemnnoi spravy tvarynnystviza 2018 rik [State Register of Cattle Breeders for 2018]. Available at:<http://animalbreedingcenter.org.ua> [23.04.2020].

Влияние природно-климатической зоны на продуктивность скота украинской черно-пестрой молочной породы**Войтенко С.Л., Сидоренко Е.В.**

Данные исследований связи природно-климатических зон Украины с хозяйственно полезными признаками скота наиболее многочисленной в стране украинской черно-пестрой молочной породы позволили утверждать об эффективности использования ресурсов в тех условиях, к которым они наиболее адаптированы и могут проявлять генетически обусловленный потенциал. Установлено, что в зоне Лесостепи коровы племенных стад за лактацию производили 7344 кг молока, что на 242 и 1125 кг больше, чем в Степи и на Полесье при значительном варьировании признака в пределах каждой климатической зоны ($C_v = 11,6\text{--}27,5\%$). Не способствует высокой продуктивности коров первой лактации зона Полесья, где удой составлял 5764 кг, в то время как в других климатических зонах – 6982–6992 кг. Доказано, что продолжительность сервис-периода у коров трех природно-климатических зон Украины варьировала от 106 суток на Полесье до 126 суток – Лесостепи, но не согласовывалась с выходом телят на 100 коров, который в Полесье составил 81 голову, в Степи – 82 и Лесостепи – 79 голов. Телок зоны Степи осеменяют живой массой 391 кг в возрасте 477 суток, а Лесостепи и Полесья с несколько меньшей живой массой – 385 и 387 кг – в возрасте 493 и 517 суток соответственно. Между телками различных природно-климатических зон Украины отсутствует достоверная разница по живой массе в возрасте 6, 12 и 18 месяцев, но степень развития признака после 6-месячного возраста несколько лучше у скота Степной зоны. Обнаружена положительная связь между удоєм коров первой лактации всех природно-климатических зон и их живой массой в возрасте 6, 12 и 18 месяцев, а также отрицательная с возрастом телок при первом осеменении ($-0,587 \dots -0,810$) с достоверной корреляцией у скота зоны Степи. Выявлен высокий коэффициент корреляции ($+0,703$) между живой массой телок при первом осеменении и удоєм первотелок в зоне Полесья.

Ключевые слова: природно-климатические зоны, украинская черно-пестрая молочная порода, коровы, удой, лактация, живая масса, показатели воспроизводительной способности, селекционные признаки.

The influence of the natural-climate zone on the cattle productivity of Ukrainian Black-and-White Dairy breed**Voitenko S., Sydorenko O.**

It has been highlighted the data of researches as for the influence of natural and climatic zones of Ukraine on display of economically useful signs of the most numerous cattle in the country like Ukrainian black-spotted dairy breed. It was the grounds to assert the efficiency of resources use in those conditions to which they are most adapted and have genetically determined potential. It was found that cows of lactation breeding herds in the Forest-steppe zone produced 7344 kg of milk, which is 242 kg and 1125 kg more than in the Steppe and Polissya regions due to significant variation of the characteristic within each climatic zone ($C_v = 11.6\text{--}27.5\%$). The Polissya zone, where the animals' yield were 5764 kg, while in other climates 6982–6992 kg, does not contribute to the high productivity of the first lactation cows. It is proved that the duration of the service period in cows of three natural and climatic zones of Ukraine varied from 106 days in Polissya to 126 days – Forest-steppe, but it did not agree with the output of calves per 100 cows, which in 81 Polissya amounted to 82 and Forest-steppe – 79. The heifers of the Steppe zone are inseminated with live weight of 391 kg at the age of 477 days, and the Forest-steppe and Polissya with slightly less 385 kg and 387 kg, respectively, at the age of 493 days and 517 days. There is no significant difference in live weight at the ages of 6, 12 and 18 months between heifers of different natural and climatic zones of Ukraine, but the degree of development of the trait after 6 months was slightly better in cattle of the Steppe zone. A positive correlation was found between milk yield of first lactation cows of all natural climatic zones and their live weight at 6, 12 and 18 months of age, as well as negative calf age at first insemination ($-0.587 \dots -0.810$) with significant correlation from the cattle of the Steppe zone. A high correlation coefficient ($+0.703$) was found in cows between live weight of heifers at first insemination and first lactation in the Polissya region.

Key words: natural and climatic zones, Ukrainian Black-and-White Dairy breed, cows, yield, lactation, live weight, reproductive ability indicators, selection traits.



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



Войтенко С.Л.
Сидоренко О.В.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-3530-6360>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-2429-9361>

УДК 636. 1.082:631.1

Стан і перспективи застосування генетичних ресурсів конярства в Україні

Супрун І.О. 

Національний університет біоресурсів і природокористування України

 Iryna_suprun@ukr.net

Супрун І. О. Стан і перспективи застосування генетичних ресурсів конярства в Україні. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 66–75.

Suprun I. O. Stan i perspektyvy zastosuvannya genetychnykh resursiv konjarstva v Ukraini. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytstva i pererobky produkciï tvarynnytstva», 2020. № 2. S. 66–75.

Рукопис отримано: 06.05.2020р.

Прийнято: 22.05.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-66-75

У міжнародних і національних аграрних програмах пріоритетним завданням є збереження генетичних ресурсів тваринництва і розроблення способів їх ефективного використання, адже у світі спостерігається тенденція до зменшення породного складу одомашнених видів тварин. Сьогодні кінні заводи збиткові, не мають коштів для розширеного відтворення, відтак скорочується поголів'я цінних порід коней, збіднюється загальний генофонд. Метою дослідження був аналіз та висвітлення сучасного стану племінного конярства в Україні, характеристика вітчизняних порід племінних коней, які є базою для племінної роботи та прогнозування їх значення у породотворному процесі.

Для аналізу стану розвитку конярства в Україні було використано Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2005–2018 рр. і дані багаторічних досліджень галузі конярства України. Для дослідження використано методи системного узагальнення, графічний, аналітичний та порівняльно-статистичний.

Проведено аналіз стану розвитку конярства в Україні. Доведено, що в умовах тривалої кризи за останні 14 років племінне конярство в Україні зазнало суттєвого зменшення чисельності поголів'я, звуження породної структури та зміни форми власності.

На початок 2019 року в Україні, за даними Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві, існує 38 суб'єктів з племінної роботи: 18 конезаводів, 20 племінних репродукторів.

Найбільше поголів'я племінних коней зосереджено у східних областях України: Луганській, Харківській, Дніпропетровській, Кіровоградській, Запорізькій. Установлено, що лідерами за чисельністю серед заводських порід коней є українська верхова, орловська рисиста та чистокровна верхова.

За період з 2005 до 2019 рр. галузь конярства в Україні зазнала суттєвих втрат, а чисельність племінних коней зменшилася більш як удвічі. Однак за останній рік у Полтавській, Київській, Хмельницькій областях намітилися тенденції до збільшення поголів'я племінних коней. Окремі породи коней можна використовувати як у породотворному процесі, так і для користувального схрещування для спорту.

Ключові слова: порода, кінний завод, племінний репродуктор, поголів'я, жеребець, кобила, вихід лоша́т.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У міжнародних і національних аграрних програмах пріоритетним завданням є збереження генетичних ресурсів тваринництва і розроблення способів їх ефективного використання [1].

У світі спостерігається тенденція до зменшення породного складу одомашнених видів тварин, а за останніми даними Міжнародної продовольчої організації ФАО, більш як 20 % світових порід тварин знаходяться у зоні ризику, 62 породи є вимерлими, ще кілька мають

обмежені можливості для відтворення. Конярство – не лише одна з галузей аграрного комплексу України, а й об'єкт збереження біотично-го різноманіття, визначеного FAO [2, 3, 4].

Загалом у племінному конярстві існує нераціональна структура поголів'я, а сучасні економічні умови України як основний впливовий чинник зумовлюють незадовільну реалізацію генетичного потенціалу заводських порід коней [5].

У сучасних нестабільних економічних умовах гостро стоїть проблема стабілізації внутрішнього та зовнішнього ринків племінних коней, що має вирішуватись суб'єктами племінної справи. Подальший прогрес заводських порід коней вимагає спрямованої планомірної селекції та створення кращих умов вирощування і тренінгу молодняку, що потребує відповідних затрат [6,7].

Україна має унікальні генетичні ресурси племінних коней різних порід і напрямів продуктивності (від ваговозного до верхово-в'ючного). Однак, незважаючи на свою унікальність, галузь упродовж останніх років зазнала колосальних змін та непоправних втрат.

Проблеми розвитку галузі конярства та способи підвищення його ефективності обґрунтовані вітчизняними та закордонними науковцями, серед яких Д.А. Волков, Б.М. Гопка, О.О. Новіков [2, 3]. Незважаючи на публікації та наукові розробки, недостатньо вивченими залишаються питання ефективності галузі конярства. Нині кінні заводи збиткові, не мають коштів для розширеного відтворення, тому скорочується поголів'я цінних порід коней, збіднюється загальний генофонд, втрачаються окремі породи коней. Частка племінного конярства є дуже низькою і становить лише 1,2 % від загального поголів'я коней [8].

Метою дослідження був аналіз та висвітлення сучасного стану племінного конярства в Україні, характеристика вітчизняних порід племінних коней, які є базою для племінної роботи, та прогнозування їх значення у породотворному процесі.

Матеріал і методи дослідження. Для аналізу стану розвитку конярства в Україні було використано Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2005–2018 рр. [9–18] та дані багаторічних досліджень галузі конярства України. Для дослідження використано методи системного узагальнення, графічний, аналітичний та порівняльно-статистичний.

Результати дослідження та обговорення. Чисельність коней в Україні є одним із основних показників, який визначає значення галузі в економіці держави. В умовах тривалої

кризи за останні 14 років племінне конярство в Україні зазнало суттєвого зменшення чисельності поголів'я, звуження породної структури та зміни форми власності.

На початок 2019 року в Україні, за даними Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві, існує 38 суб'єктів з племінної роботи: 18 кінних заводів, 20 племінних репродукторів.

Станом на 01.01.2019 року у племінних господарствах України налічувалося 2863 голів коней, зокрема 118 голів жеребців-плідників та 1105 конематок. На кінних заводах утримують 66 % племінного поголів'я (1902 гол.) коней, решту – в племінних репродукторах.

Племінні ресурси конярства, з урахуванням природно-економічних зон в усіх областях України, розподілено нерівномірно (рис. 1). Найбільша кількість племінних коней, або 51 %, зосереджено у 5 областях на Сході України – 1460 голів.

Так, згідно зі стратегічними даними, найбільша кількість коней утримується в племінних господарствах Луганської, Харківської, Дніпропетровської, Кіровоградської областей. Найменше племінних коней утримують у Вінницькій, Одеській, Хмельницькій областях.

Порівнюючи з 2014 роком, зменшення кількості коней на сільськогосподарських підприємствах становило 27,88 %.

З 2014 до 2019 рр. суттєво зменшилося поголів'я коней у Донецькій, Луганській, Вінницькій, Одеській областях, а у Рівненській і Тернопільській областях племінні господарства взагалі втратили свій статус. Натомість у Полтавській та Черкаській областях поголів'я племінних коней збільшилося.

Другим важливим показником зменшення поголів'я є вихід приплоду в розрахунку на 100 голів конематок. За останні роки показник відтворення – вихід лошат від 100 кобил – має тенденцію до погіршення і становить не більше 60 % загалом по Україні.

Для відродження вітчизняного конярства, стабілізації і подальшого його ефективного розвитку необхідне раціональне розв'язання питань рівня концентрації виробництва, обґрунтування і розроблення організаційних положень, питомих виробничо-економічних параметрів та нормативів ведення галузі конярства. Водночас до розв'язання питань організації виробництва продукції конярства необхідно підходити системно, комплексно пов'язувати в балансі виробництво в конярстві, в інших тваринницьких галузях, рослинництві і на підприємстві загалом.

На початок 2019 року в племінних господарствах України зареєстровано 10 порід: 5 верхового напрямку продуктивності: вестфальську, гановерську, чистокровну верхову, українську верхову, тракененську; 3 рисистого напрямку: орловську, російську, французьку; 1 ваговозного напрямку – новоолександрівську ваговозну, верхово-в'ючного напрямку – гуцульську породу.

Структура племінного поголів'я основних заводських порід коней в Україні на початок 2019 р. (за даними Державного племінного

реєстру суб'єктів племінної справи) [18] наступна: орловська рисиста – 19 %, російська рисиста – 11 %, українська верхова – 28 %, чистокровна верхова – 23 %, гановерська – 6 % новоолександрівська ваговозна – 5 %, інші породи – 8 %. Заводські породи коней мають свої особливості, кожна з них має попит як для розведення, так і в спорті.

Серед порід найбільшу питому вагу за чисельністю має українська верхова порода (рис. 2). Розводять коней цієї породи в 9 областях. Найчисельніше поголів'я коней цієї

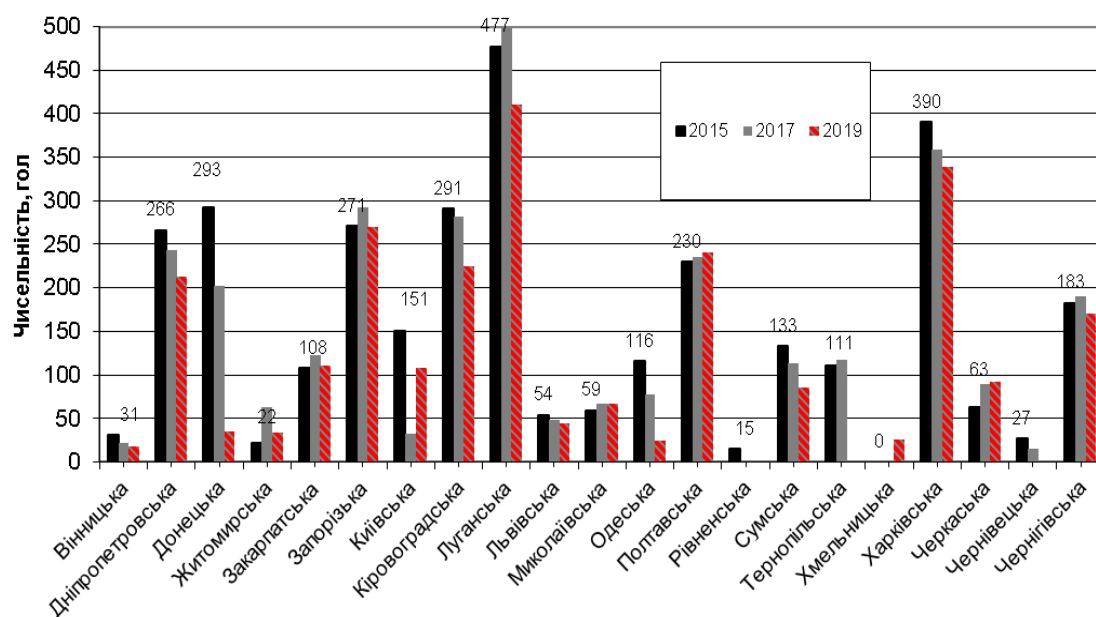


Рис. 1. Чисельність поголів'я племінних коней в областях України станом на 1.01.2019 року [18].

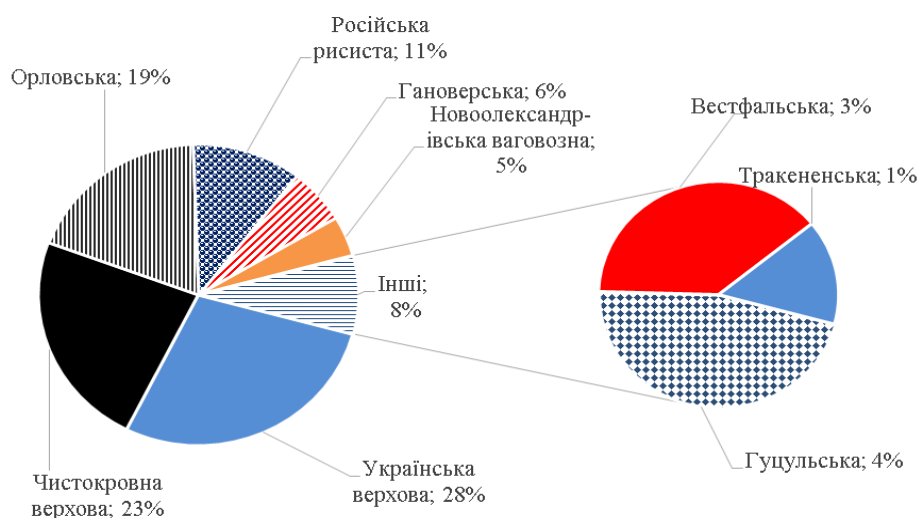


Рис. 2. Питома вага коней різних порід в Україні станом на 1.01.2019 року [18].

породи зосереджено у Харківській, Дніпропетровській, Кіровоградській областях. Середній вихід лошат у породі – 58 %.

Українську верхову породу зареєстровано у 1990 році. Створювали її в інституті тваринництва УААН майже 50 років складним відтворним схрещуванням на основі місцевих кобил верхового габітусу, угорських кобил з чистокровними верховими, тракененськими, орлово-ростопчинськими, ганOVERськими жеребцями. Коні мають відмінні якості для спорту, особливо для виїздки. Для представників породи характерною є ворона, гніда, каракова та руда масті. Коні відзначаються оригінальною гармонійною будовою тіла та екстер'єром. Основні середні проміри жеребців української верхової породи такі: висота в холці – 167,5 см, коса довжина тулуба – 168,0 см, обхват грудей – 195,4 см і обхват п'ястка – 21,0 см, відповідні параметри кобил – 163,8; 164,0; 192,8 і 20,3 см [19, 20].

Голова тварин пропорційна, суха, з рівним профілем, середня за довжиною, рівна та міцна спина, попереки, крижі, міцні, правильної постановки, сухі кінцівки. Ці коні мають вільні продуктивні рухи під час крокування та бігу галопом. Основною перевагою коней української верхової породи проти зарубіжних аналогів є те, що порода цілком придатна для використання в різних видах кінного спорту (під сідлом та в запряжці), що відповідає експортним вимогам, а також для сільськогосподарських робіт. Коні цієї породи мають спокійний темперамент, слухняні, а тому потребують менше трудових та фінансових витрат на вирощування, виїздки і тренування.

Часто в селекційній роботі недооцінюється одна із найважливіших ознак – спортивна роботоздатність, що сповільнює прогрес породи за спортивними якостями.

Порода може бути використана під час створення ферм для вирощування племінних коней на продаж, для поліпшення коней інших порід та удосконалення масового поголів'я коней, що використовуються на сільськогосподарських роботах [21, 22].

Друга за чисельністю в Україні – чистокровна верхова порода коней. Виведено її в Англії у другій половині XVII – першій половині XVIII ст. складним відтворним схрещуванням місцевих кобил верхового типу з жеребцями арабської, персидської, турецької, варварійської, туркменської та інших порід, вона є найрозповсюдженішою у світі серед верхових порід коней. Породні ознаки чистокровних верхових коней формувалися впродовж тривалого розведення бажаних помісей

«у собі» в умовах м'якого клімату, повної забезпеченості кормами, зокрема високоякісними пасовищами, застосування спеціального тренування та випробування на скачках. Відбір жеребців для заводського використання проводили переважно за показниками іподромних випробувань та походженням.

Сучасні коні чистокровної верхової породи великого зросту, мають добре розвинений тулуб, суху будову тіла, сильні м'язи, енергійні рухи. Середні проміри (см): висота у холці жеребців – 163, кобил – 160; обхват грудей – відповідно 186 і 184; обхват п'ястка – 20,5 і 19,5. Масті – гніда, руда, ворона, сіра.

Серед вад, притаманних породі, відзначають козинець, звислий круп, прямі бабки, курбу, жабку, рорер, кровотечу з носа тощо [23].

Коні цієї породи дуже вибагливі до умов утримання, годівлі, виховання і догляду. Порушення їх супроводжується істотною затримкою розвитку молодняку, різким зниженням його іподромного класу та якістю приплоду. Найціннішими ознаками чистокровних коней є висока жвавистість, стійка успадкованість якостей породи, скороспілість [20, 23].

Племінних коней цієї породи розводять у Дніпропетровській, Донецькій, Кіровоградській, Луганській областях. Загальна їх чисельність становить 665 гол. Середній вихід лошат в Україні становить лише 47 %.

Орловська рисиста порода коней посідає третє місце за чисельністю в Україні. Вона налічує вже 240 років. Проміри: плідників (см) – 162,2–164,3–187,1–20,6; маток (см) – 160,4–163,6–186,4–20,2. Масті коней: сіра, гніда, ворона, руда. Орловський рисак використовується як призовий кінь і поліпшувач місцевих порід. Орловська рисиста порода мала велику вагу в породотворному процесі інших країн. Абсолютний рекорд серед рисаків, випробуваних у Росії, належить орловцю Ковбою – 1 хв 57,2 с на дистанції 1600 м. Коней цієї породи розводять в 9 областях України, найбільше її представників зосереджено в Запорізькій, Полтавській, Сумській областях. Загальна чисельність коней породи становить 538 гол. Середній вихід лошат – 80 % [24].

Російська рисиста порода є четвертою за представництвом в Україні. Розводять її в 6 областях, найбільше – в Луганській, Запорізькій, Полтавській. Загальна чисельність коней цієї породи в племінних господарствах становить 318 гол. Середній вихід лошат – 56 %.

Ця порода формувалася з кінця 19 століття способом простого відтворного схрещування орловських кобил і американських жеребців. Зареєстрована в 1949 році. Генетично жвавіша

вихідної орловської породи, однак поступається американській стандартбредній. Наразі витісняється з іподромів як призовий кінь американськими рисаками. Племінний матеріал породи з 90-х років призначений здебільшого для поглинального схрещування з жеребцями американської рисистої породи. Середні проміри плідників (см) – 160,3–161,5–182,3–20,2; кобил (см) – 159,3–161–182,7–19,8. Мاستі коней переважно гніда, руда, сіра, зрідка ворона [25, 26, 27].

Новоолександрівський ваговоз створений на базі російського ваговоза, який набув значного поширення в породі. Масті – гніда, караква, ворона. Початок роботи щодо виведення ваговозної породи коней в Україні припадає на 1868 рік, коли в Полтавську область було завезено ваговозів із західноєвропейських країн, переважно із Бельгії. Місцевих кобил (частково поліпшених різними іншими породами) схрещували з гірськими бельгійськими арденами, меншою мірою з брабансонами і першеронами. Селекційна робота будувалась на кросах ліній з одночасним застосуванням інбридингів. Унаслідок було одержано тип коня, що характеризувався невеликим ростом, широким, бочкоподібним корпусом, на низьких, сухих, правильно поставлених ногах, з легкою головою, короткою, широкою шиєю, довгим, роздвоєним, широким, помірно звислим крупом. Надалі головною метою заводу було виведення більш рослих коней правильного екстер'єру і високої роботоздатності. Так було створено нову породу – новоолександрівський ваговоз [28].

Завдяки високим племінним і користувальним якостям ваговозні коні новоолександрівського типу розповсюдились майже у всіх областях України. Племінне ядро породи зосереджено у Новоолександрівському, Дібрівському кінних заводах. Загалом у 3 господарствах племінне поголів'я нараховує 123 голови, зокрема 4 жеребці та 53 кобили. Вихід лошат становить 62 голови на 100 кобил (рис 3.). Кобилиці характеризуються добрими молочними якостями і є перспективними для розведення з метою отримання молока для виробництва кумису.

В обмеженій кількості в Черкаській області розводять коней гановерської та вестфальської порід. Їх питома вага разом становить 4 %. Тракененську породу розводять лише в одному господарстві Донецької області. Чисельність племінних коней – 36 гол., з них 11 конематок та 3 жеребця, тому вона знаходиться під загрозою. За останні роки зникли або реорганізувались, не витримавши конкуренції, племінні репродуктори з розведення російської ваговозної, французької рисистої, торійської порід.

Гуцульську породу розводять лише у двох племінних господарствах Закарпатської області. Нині чисельність племінних коней гуцульської породи становить 111 голів (4 %), з них 5 жеребців-плідників та 52 кобили.

Проаналізовано також динаміку чисельності коней за останні 14 років (рис. 4).

Недостатньо ведеться робота з молодняком племінних заводів і племінних репродукторів. Незважаючи на часткову державну під-

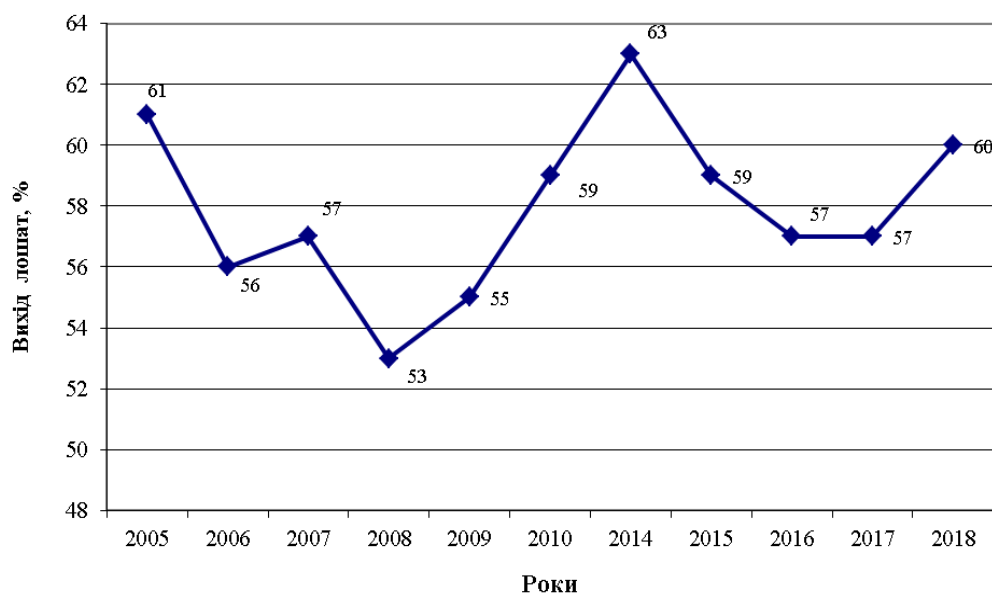


Рис. 3. Динаміка виходу племінних лошат в Україні за період 2005–2018 рр. [9 – 18].

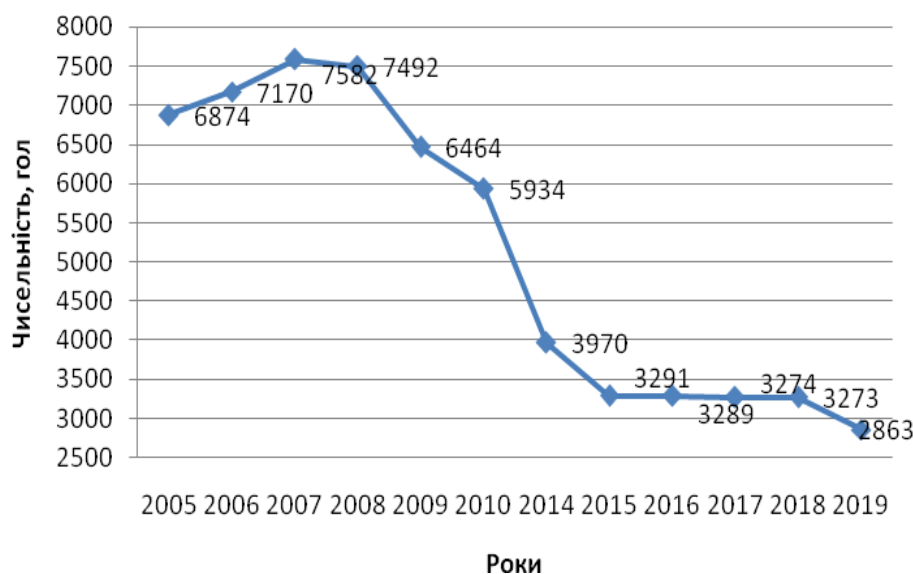


Рис. 4. Динаміка чисельності племінних коней в Україні за період 2005–2019 рр. [9–18].

тримку, кінні заводи та іподроми опинилися в скрутному економічному становищі. Через низьку якість племінних коней більшість конних заводів не може компенсувати витрати на їх вирощування. Усе це спричиняє те, що втрачаються цінні генотипи порід, знижується роботоздатність проти європейських і світових стандартів. Недосконала виробнича база кінних заводів та іподромів, їх недостатня матеріально-технічна забезпеченість, відсутність культурних пасовищ і сталої кормової бази, недостатня державна та інвестиційна підтримка галузі негативно впливають на якість племінних коней та рентабельність ведення кіннозаводства. Залишається незадовільним забезпечення галузі конярства якісним кінноспортивним інвентарем, що стримує широке використання коней у кінному спорті. Упродовж останніх років реалізація коней на внутрішньому ринку майже не збільшилась.

Попит на коней вітчизняної селекції залишається достатньо високим, а якість їх здебільшого не відповідає сучасним вимогам і стандартам. Для досягнення головної мети селекціонерів – підвищення якості коней, необхідно якомога більше їх впроваджувати в масовий та класичний спорт, розвивати ринок коней та всіляко підвищувати їх конкурентоздатність [2, 3]. Однак за період 2005–2019 рр. чисельність племінних коней зменшилася на 58 % (табл. 1, рис. 5). Найвищою за останні роки чисельність була в 2007 році.

У структурі поголів'я племінних коней питома вага конематок до 2014 р. коливалася в межах 35,68–40,67 %. У 2015 році зафіксовано найменш задовільний для подальшого відтворення показник – 29,41 %.

З 2016 року спостерігається обнадійлива тенденція до підвищення питомої ваги конематок у загальній структурі поголів'я.

Таблиця 1 – Динаміка структури поголів'я племінних коней [9–18]

Рік	Чисельність, гол			Частка конематок, %
	усього	жеребців-плідників	конематок	
2005	6874	341	2453	35,68
2006	7170	361	2683	37,42
2007	7582	361	2944	38,83
2008	7492	377	2958	39,48
2009	6464	336	2626	40,67
2010	5934	285	2359	39,75
2014	3970	179	1420	35,77
2015	3291	149	968	29,41
2016	3289	142	1258	38,25
2017	3274	126	1302	39,76
2018	3273	141	1256	38,37
2019	2863	118	1105	38,59

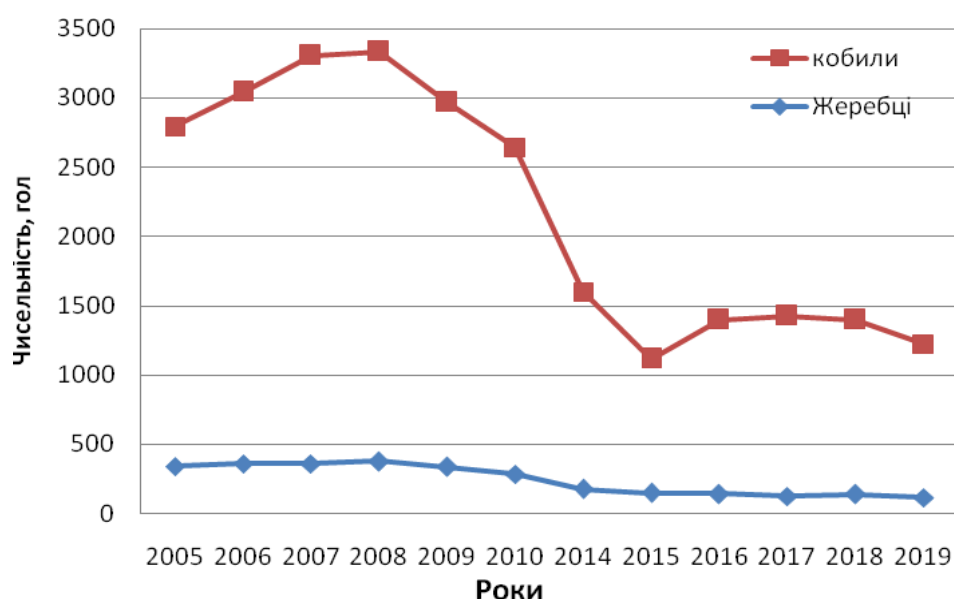


Рис. 5. Динаміка чисельності племінних кобил та жеребців в Україні за період 2005–2019 рр. [9 – 18].

Висновки. Нині в Україні зареєстровано 44 племінні господарства, де розводять 10 порід коней, нерівномірно представлених за чисельністю.

За останні 14 років галузь конярства в Україні зазнала суттєвих втрат, зокрема чисельність племінних коней зменшилася на 58 %. Водночас у Полтавській, Черкаській та Хмельницькій областях України чисельність племінного поголів'я збільшилася.

Деякі господарства, що займалися розведенням російської вагзової, французької рисистої, торійської порід, не витримали конкуренції і реорганізувались або втратили статус

племінних господарств. Найчисельнішими породами залишилися українська верхова, чистокровна верхова, орловська та російська рисиста.

Окремі породи коней можна використовувати як у породотворному процесі, так і для користувального схрещування для спорту. Так, потенційно придатними для створення популяцій призових рисаків є російська та орловська рисисті. Для різних видів спорту можна використовувати українських верхових коней і чистопорідних, і помісних з вихідними породами. Для отримання молочної продукції можна використовувати новоолександрівську вагзову породу, яка має добрі молочні якості.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Aurich J., Aurich C. Developments in European Horse Breeding and Consequences for Veterinarians in Equine Reproduction. 2006. Vol. 41. Issue 4. P. 275–279. Doi:<https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2006.00719.x>. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0531.2006.00719.x>
2. Генетичні ресурси коней в Україні/ Вербицький П.І. та ін. НТБ. 2008. Вип. 98. Харків: Інститут тваринництва УААН. С. 3–10. URL:<http://animal.kharkov.ua/archiv/ntb/NTB98.pdf>
3. Волков Д.А. Племінні ресурси конярства та завдання селекціонерів. НТБ. 2006. Вип. 94. С. 84–88. URL:<http://animal.kharkov.ua/archiv/ntb/NTB94.pdf>
4. Peculiarities of Horse Breeding. Marclido Dias Silveira da Mota and Luciana Correia de Almeida Regitano. 2012. Doi:<https://doi.org/10.5772/50519>.
5. Програма селекції коней української верхової породи до 2020 року/ за ред Н.В. Кудрявської. Харків: Інститут тваринництва НААН, 2015. 69 с.
6. Gafney B., Cunningham E.P. Estimation of genetic trend in racing performance of thoroughbred horses. Nature. 1988. № 332. P. 722–724. Doi:<https://doi.org/10.1038/332722a0>.
7. Genomic inbreeding trends, influential sire lines and selection in the global Thoroughbred horse population/ McGivney B.A. et al. Scientific Reports. 2020 Vol. 10:466. Doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-019-57389-5> <http://www.nature.com/scientificreports>
8. Ткачова І.В. Стратегія розвитку галузі конярства в Україні. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2011. Вип. 160. Ч. 1. С. 271–277.
9. Державний племінний реєстр 2005 рік. Державний науково-виробничий концерн «Селекція», 2006. Т. II. 310 с.
10. Державний племінний реєстр 2006 рік. Державний науково-виробничий концерн «Селекція», 2007. Т. II. 310 с.
11. Державний племінний реєстр 2007 рік. Державний науково-виробничий концерн «Селекція», 2008. Т. II. 310 с.
12. Державний племінний реєстр 2008 рік. Київ: Державний науково-виробничий концерн «Селекція», 2009. Т. II. 310 с.

13. Державний племінний реєстр за 2010 рік. Київ: Укрплемоб'єднання, 2011. Т. II. 332 с.
14. Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2014 рік / за ред. С.В. Прийми. Київ, 2015. Т. II. 319 с. URL:file://animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr%20%5b%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20 10.03.2019
15. Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2015 рік / за ред. С.В. Прийми. Київ, 2016. Т. II. 319 с. URL:file://animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr%20%5b%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20 10.03.2019
16. Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2016 рік / за ред. С.В. Прийми. Київ, 2017. Т. II. 307 с. URL:file://animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr%20%5b%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20 10.03.2019
17. Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2017 рік / за ред. С.В. Прийми. Київ, 2018. Т. II. 307 с. URL:file://animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr%20%5b%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20 10.03.2019
18. Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2018 рік / за ред. С.В. Прийми. Київ, 2019. Т. II. 294 с. URL:file://animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr%20%5b%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20 10.03.2019
19. Латка О.М., Волков Д.А. Українська верхова порода. Харків: Інститут тваринництва УААН. Науково-селекційний центр з конярства. 2010. 96 с.
20. Ільницька Т.Є. Оцінка спортивної роботоздатності коней різних порід, які брали участь у змаганнях з подолання перешкод. Розведення і генетика тварин. 2018. Вип. 56 С. 25–31. Doi:https://doi.org/10.31073/abg.56.04 . file:///C:/Users/User/Downloads/196-Article%20Text-373-1-10-20181204.pdf
21. Ткачова І.В. Напрями удосконалення генофонду коней української верхової породи. Вісник аграрної науки. 2016. №8. С. 26–32. Doi: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201608-05 .
22. Age and sex features of organism non-specific resistance of Ukrainian riding horse/ Babenko O. et al. Journal of Central European Agriculture. 2020. 21(1). P. 25–36. Doi:https://doi.org/10.5513/jcea01/21.1.2323.
23. Бондаренко О.В., Гетья А.А., Ільницька Т.Є. Методика оцінки та добору племінного матеріалу з використанням генетичних та біологічних особливостей коней різних напрямів використання за сучасними методами. 2017. Чубинське, 36 с.
24. Супрун І.О. Рисисті породи коней в Україні. Розведення і генетика тварин. 2012. Вип. 46. С. 56–59. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2012_46_22
25. Супрун І.О. Методи селекції «призових» рисаків. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2010. Вип. 12 (18). С. 124–133.
26. Супрун І.О. Характеристика популяційно-генетичних параметрів коней рисистих порід. Біологія тварин. 2013. Том 15. № 3. С. 132–139. URL:http://aminbiol.com.ua/index.php/ua/arkhiv/93-bt3-15-2013/264-2013-10-09-13-21-11
27. Супрун І.А., Шинкаренко А.А. Роль традиційних соревнований в селекції лошадей рисистых пород. Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. Сборник научных трудов БГСХА. 2013. Выпуск 16. Часть 2. С.10–18. URL:http://elc.baa.by/upload/apirz-13-2.pdf
28. Волков Д.А., Лютих С.В. Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку Новоолександрівської ваговозної породи коней. Вісник аграрної науки. 2013. № 10. С. 33–36. URL:https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk_10_2013.pdf

REFERENCES

1. Aurich, J., Aurich, C. (2006). Developments in European Horse Breeding and Consequences for Veterinarians in Equine Reproduction. Vol. 41, Issue 4, pp. 275–279. Available at: https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2006.00719.x .https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0531.2006.00719.x
2. Verbytskyi, P.I., Mykytiuk, D.M., Bilous, O.V., Tkachova, I.V., Kostenko, O.I. (2008). Henetychni resursy konei v Ukraini [Genetic resources of horses in Ukraine]. NTB. Kharkiv: Institute of Animal Husbandry UAAS. Issue 98, pp. 3– 10. Available at: http://animal.kharkov.ua/archiv/ntb/NTB98.pdf
3. Volkov, D.A. (2006). Pleminni resursy konjarstva ta zavdannja selekcioneriv [Breeding resources of horse breeding and tasks of breeders]. NTB. Issue 94, pp. 84–88. Available at:https://animal.kharkov.ua/archiv/ntb/NTB94.pdf
4. Peculiarities of Horse Breeding. Marclido Dias Silveira da Mota and Luciana Correia de Almeida Regitano. 2012. Available at: https://doi.org/10.5772/50519.
5. Kudriavskaya, N.V. (2015). Prohrama selektsii konei ukrainskoi verkhovoi porody do 2020 roku [The program of Ukrainian horse breed breeding until 2020] Kharkiv: Institute of Animal Husbandry NAAS.
6. Gafney, B., Cunningham, E.P. (1988). Estimation of genetic trend in racing performance of thoroughbred horses. Nature. no. 332, pp. 722–724. Available at: https://doi.org/10.1038/332722a0.
7. McGivney, B.A., Han, H., Corduff, L.R., Katz, L.M., Tozaki, T., MacHugh, D.E., Hill, E.W. (2020). Genomic inbreeding trends, influential sire lines and selection in the global Thoroughbred horse population. Scientific Reports. Vol. 10, 466 p. Available at: https://doi.org/10.1038/s41598-019-57389-5 http://www.nature.com/scientificreports
8. Tkachova, I.V. (2011). Stratehiia rozvytku haluzi koniarstva v Ukraini. [Strategy for the development of the equestrian industry in Ukraine]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]. Issue 160, Part 1, pp. 271–277.
9. Derzhavnyj plemynnyj rejestr 2005 rik. Derzhavnyj naukovo-vyrobnychyj koncern «Selekcija»2006 [State Tribal Register 2005. State Research and Production Concern "Selection", 2006]. Vol. II, 310 p.

10. Derzhavnyj plemninnyj rejestr 2006 rik. Derzhavnyj naukovo-vyrobnychyj koncern «Selekcija», 2007 [State Tribal Register 2006. State Research and Production Concern "Selection", 2007]. Vol. II, 310 p.
11. Derzhavnyj plemninnyj rejestr 2007 rik. Derzhavnyj naukovo-vyrobnychyj koncern «Selekcija», 2008 [State Tribal Register 2007. State Research and Production Concern "Selection", 2008]. Vol. II, 310 p.
12. Derzhavnyj plemninnyj rejestr 2008 rik [State Tribal Register 2008]. Kyiv: Derzhavnyj naukovo-vyrobnychyj koncern «Selekcija», 2009 [Kyiv: State Research and Production Concern "Selection", 2009]. Vol. II, 310 p.
13. Derzhavnyj plemninnyj rejestr za 2010 rik [State Tribal Register for 2010]. Kyiv: Ukrplemob'jednannja, 2011 [Kyiv: Ukrplemobednannja, 2011]. Vol. II, 332 p.
14. Derzhavnyj rejestr sub'ektiv plemninnoi' spravy u tvarynnctvi za 2014 rik / za red. S.V. Pryjmy [State Register of Breeding Entities in Animal Husbandry for 2014] / ed. S.V. Pryjmy. Kyiv, 2015. Vol. II, 319 p. Available at: <file://animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr%20%5b%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%10.03>.
15. Derzhavnyj rejestr sub'ektiv plemninnoi' spravy u tvarynnctvi za 2015 rik / za red. S.V. Pryjmy [State Register of Breeding Entities in Animal Husbandry for 2015] / ed. S.V. Pryjmy. Kyiv, 2016. Vol. II, 319 p. Available at: <file://animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr%20%5b%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%10.03.2019>.
16. Derzhavnyj rejestr sub'ektiv plemninnoi' spravy u tvarynnctvi za 2016 rik / za red. S. V. Pryjmy [State Register of Breeding Entities in Animal Husbandry for 2016] / ed. S.V. Pryjmy. Kyiv, 2017. Vol. II, 307 p. Available at: <file://animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr%20%5b%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%10.03.2019>.
17. Derzhavnyj rejestr sub'ektiv plemninnoi' spravy u tvarynnctvi za 2017 rik / za red. S. V. Pryjmy [State Register of Breeding Entities in Animal Husbandry for 2017] / ed. S.V. Pryjmy. Kyiv, 2018. Vol. II, 307 p. Available at: <file://animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr%20%5b%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%10.03.2019>.
18. Derzhavnyj rejestr sub'ektiv plemninnoi' spravy u tvarynnctvi za 2018 rik / za red. S.V. Pryjmy [State Register of Breeding Entities in Animal Husbandry for 2018] / ed. S.V. Pryjmy. Kyiv, 2019. Vol. II, 294 p. Available at: <file://animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr%20%5b%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%10.03.2019>.
19. Latka, O.M., Volkov, D.A. (2010). Ukrai'ns'ka verhova poroda. Harkiv: Instytut tvarynnctva UAAN [Ukrainian horse breed. Kharkiv: Institute of Animal Husbandry UAAS]. Naukovo-selekcijnij centr z konjarstva [Research and selection center for horse breeding]. 96 p.
20. Il'ny'ka, T.Je. (2018). Ocinka sportyvnoi' robotozdatnosti konej riznyh porid, jaki braly uchast' u zmagannjah z podolannja pereshkod [Assessment of sports performance of horses of different breeds that participated in competitions to overcome obstacles]. Rozvedennja i genetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 56, pp. 25–31. Available at: <https://doi.org/10.31073/abg.56.04>. file:///C:/Users/User/Downloads/196-Article%20Text-373-1-10-20181204.pdf
21. Tkachova, I.V. (2016). Naprjamy udoskonalennja genofondu konej ukrai'ns'koi' verhovoi' porody [Directions for improving the gene pool of Ukrainian horses]. Visnyk agrarnoi' nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 8, pp. 26–32. Available at: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201608-05>.
22. Babenko, O., Bushtruk, M., Stavetska, R., Starostenko, I., Tkachenko, S., Klopenko, N., Popova, M. (2020). Age and sex features of organism non-specific resistance of Ukrainian riding horse. Journal of Central European Agriculture. 21(1), pp. 25–36. Available at: <https://doi.org/10.5513/jcea01/21.1.2323>.
23. Bondarenko O.V., Getja A.A., Il'ny'ka T.Je. (2017). Metodyka ocinky ta doboru pleminnogo materialu z vykorystannjam genetychnyh ta biologichnyh osoblyvostej konej riznyh naprjamiv vykorystannja za suchasnymy metodamy [Methods of evaluation and selection of breeding material using genetic and biological characteristics of horses of different uses according to modern methods]. Chubynske, 36 p.
24. Suprun, I.O. (2012). Rysysti porody konej v Ukrai'ni [Lynx breeds of horses in Ukraine]. Rozvedennja i genetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 46, pp. 56–59. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2012_46_22.
25. Suprun, I.O. (2010). Metody selekcii' «pryzovyh» rysakiv [Methods of selection of "prize" trotters]. Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Issue 12 (18), pp. 124–133.
26. Suprun, I.O. (2013). Harakterystyka populacijno-genetychnyh parametriv konej rysystyh pored [Characteristics of population-genetic parameters of trotting horses]. Biologija tvaryn [Animal biology]. Vol. 15, no. 3, pp. 132–139. Available at: <http://aminbiol.com.ua/index.php/ua/arkhiv/93-bt3-15-2013/264-2013-10-09-13-21-11>.
27. Suprun, I.A., Shinkarenko, A.A. (2013). Rol' tradicionnyh sorevnovanij v selekcii loshadej rysystyh porod [The role of traditional competition in breeding horses of trotter breeds]. Aktual'nye problemy intensivnogo razvitija zhivotnovodstva [Actual problems of the intensive development of animal husbandry]. Sbornik nauchnyh trudov BGSHA [Collection of scientific works of BSAA]. Issue 16, Part 2, pp. 10–18. Available at: <http://elc.baa.by/upload/apirz-13-2.pdf>.
28. Volkov, D.A., Ljutyh, S.V. (2013). Suchasnyj stan, problemy ta perspektyvy rozvytku Novooleksandrivs'koi' vagovoznoi' porody konej [Current state, problems and prospects of development of Novooleksandrivska heavy truck breed of horses]. Visnyk agrarnoi' nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 10, pp. 33–36. Available at: https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk_10_2013.pdf.

Состояние и перспективы использования генетических ресурсов коневодства в Украине

Супрун И.А.

В международных и национальных аграрных программах приоритетной задачей является сохранение генетических ресурсов животноводства и разработка путей их эффективного использования, поскольку в мире наблюдается тенденция к сокращению породно-

го состава одомашненных видов животных. На сегодня конные заводы убыточны, не имеют средств для расширения воспроизводства, и соответственно сокращается поголовье ценных пород лошадей, обедняется общий генофонд. Целью исследований был анализ современного состояния племенного коневодства в Украине, характеристика отечественных пород племенных лошадей, которые являются базой для племенной работы, и прогнозирование их роли в пороодообразовательном процессе.

Для анализа состояния развития коневодства в Украине был использован Государственный реестр субъектов племенного дела в животноводстве за 2005–2018 гг. и данные многолетних исследований в области коневодства Украины. Для исследования использованы методы системного обобщения, графический, аналитический и сравнительно-статистический.

Проведен анализ развития коневодства в Украине. Доказано, что в условиях затянувшегося кризиса за последние 14 лет племенное коневодство в Украине претерпело существенного сокращения численности поголовья, сужения породной структуры и изменения форм собственности.

На начало 2019 года в Украине зарегистрировано 38 субъектов племенной работы: 18 конезаводов, 20 племенных репродукторов.

Наибольшее поголовье племенных лошадей сосредоточено в восточных областях Украины: Луганской, Харьковской, Днепропетровской, Кировоградской, Запорожской. Установлено, что лидерами по численности среди заводских пород лошадей являются украинская верховая, орловская рысистая и чистокровная верховая породы лошадей.

За период с 2005 по 2019 гг. отрасль коневодства в Украине понесла существенные потери, а численность племенных лошадей сократилась более чем вдвое. Однако за последний год в Полтавской, Киевской, Хмельницкой областях наметились тенденции к увеличению поголовья племенных лошадей. Отдельные породы лошадей могут использоваться как в пороодообразовательном процессе, так и для пользовательского скрещивания для спорта.

Ключевые слова: порода, конный завод, племенной репродуктор, поголовье, жеребец, кобыла, выход жеребят.

The Prospects of genetic resources of horse using in Ukraine

Suprun I.

The high-priority task in international and national agricultural programs is to preserve the genetic resources of livestock and develop some ways to use them effectively, because there is a tendency in the world where we can see the reduction of the breed composition of domesticated animal species. Today, horse farms are unprofitable, do not have the funds for expanded reproduction, and accordingly the population of valuable breeds of horses is reduced, the general gene pool is impoverished. The aim of the study was to analyze and highlight the current state of horse breeding in Ukraine, the characteristics of domestic breeds of breeding horses, which are the basis for breeding work, and forecasting their importance in the breed process.

To analyze the state of development of horse breeding in Ukraine, the State Register of subjects of breeding in animal husbandry for 2005-2018 and the data of long-term research in the field of horse breeding in Ukraine were used. There were used the methods of system generalization, graphic, analytical and comparative-statistical.

The analysis of the state development of horse breeding in Ukraine has been carried out. It was also proved that in the conditions of a long crisis for the last 14 years pedigree horse breeding in Ukraine has undergone a significant decrease in the number of livestock, narrowing of the breed structure and change of ownership.

At the beginning of 2019 in Ukraine, according to the State Register of Breeding Entities in Animal Husbandry, there are 38 breeding entities: 18 stud farms, 20 breeding breeders.

The largest number of breeding horses is concentrated in the eastern regions of Ukraine: Luhansk, Kharkiv, Dnipropetrovsk, Kirovohrad, Zaporizhia. It is established that the leaders in the number of factory breeds of horses are the Ukrainian horse, Orel trotter and purebred horse.

During the period from 2005 to 2019, the horse breeding industry in Ukraine suffered significant losses, and the number of breeding horses decreased more than twice. However, over the last year in Poltava, Kyiv, Khmelnytsky regions there have been tendencies to increase the number of breeding horses.

Some breeds of horses can be used both in the breeding process and for custom of crossbreeding for sports.

Key words: breed, horse farm, breeding breeder, livestock, stallion, mare, foal yield.



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



Сунпун І.О.

ID: <https://orcid.org/0000-0001-8105-1923>

УДК 606:637.3:637.055

Вплив pH і різних концентрацій солі та жовчі на ріст ентерококів, виділених з природних еконіш

Кушнір І.І. 

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З Гжицького



Кушнір І.І. Вплив pH і різних концентрацій солі та жовчі на ріст ентерококів, виділених з природних еконіш. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 76–81.

Kushnir I.I. Vplyv pH i riznykh koncentracij soli ta zhovchi na rist enterokokiv, vydilenyh z pryrodnyh ekonish. Zbiryk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva», 2020. № 2. PP. 76–81.

Рукопис отримано: 06.05.2020р.

Прийнято: 24.05.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-76-81

У статті наведено результати досліджень щодо здатності чотирьох невивчених штамів ентерококів, виділених із карпатської бринзи, виживати за різних значень pH в умовах високих концентрацій кухонної солі та жовчі.

Низьке значення pH у шлунку та жовчні кислоти, які надходять у тонкий відділ кишечника, знижують виживання бактерій, тому ефективність пробіотичних штамів значною мірою залежить від їх стійкості до цих чинників. Кухонна сіль є одним із важливих компонентів під час виробництва розсілених сирів, оскільки впливає на активність ферментів під час визрівання сиру і утворення смакоароматичних сполук, на гідратацію казеїну, а також на термін зберігання сиру. Однак високі концентрації солі мають бактеріостатичний ефект, тому стійкість мікробіальних культур заквашувальних препаратів для сирів до концентрацій солі, які передбачені технологічним процесом, має принципове значення.

Установлено, що досліджувані штами ентерококів за pH 3 не виживали і не проявляли ростових властивостей, а за показника pH 4 лише два штами – *E. durans* SB18 і *E. durans* SB20 були здатні виживати та проявляти добрі ростові властивості, на що вказувало підвищення оптичної густини середовища культивування. За pH 5 усі досліджувані штами ентерококів проявляли ростові властивості, однак штами *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20 давали суттєвіший ріст проти контролю, зокрема оптична густина середовища зростала у 9,8 та 10,8 рази ($p < 0,001$) відповідно.

Під час вивчення стійкості ентерококів до різних концентрацій жовчі встановили, що в умовах 20 % концентрації найвищий ріст проявляли два штами ентерококів – *E. durans* SB18 і *E. durans* SB20, оптична густина середовища культивування цих штамів була вищою проти контролю на 61,9 та 58,9 % ($p < 0,001$) відповідно. Усі досліджувані штами ентерококів здатні упродовж 21 доби виживати в умовах 3–6,5 % концентрації кухонної солі, що вказує на їх придатність до використання у виробництві розсілених сирів.

Ключові слова: *Enterococcus durans*, *E. faecium*, оптична густина, жовч, pH.

Постановка проблеми. Для забезпечення нормальної життєдіяльності людини вагоме значення має використання пробіотиків, до яких ставлять певні вимоги, зокрема пробіотичні штами мають бути генетично стабільними та здатними виживати за низьких значень pH, дії жовчних кислот і травних ферментів шлунково-кишкового тракту. Крім того, вони мають бути безпечними і не здійснювати побічної дії на макроорганізм.

Активність мікрофлори бактеріального препарату залежить від багатьох чинників, зокрема фізіологічного стану, біохімічної активності та складу мікроорганізмів. Сучасна молочна промисловість для виробництва ферментованих продуктів і сирів використовує здебільшого імпортовані бактеріальні препарати. Принциповою перевагою вітчизняних бактеріальних препаратів є адаптованість штамів молочнокислих бактерій до особливостей си-

ровини, технології традиційних національних продуктів та кліматичних умов. З огляду на це, сьогодні спостерігається тенденція до створення регіональних бактеріальних препаратів з метою збереження традиційних технологій та популяризації національних продуктів. Однак досі залишається невивченою мікрофлора овечого молока і традиційного карпатського розсільного сиру – бринзи.

Отже, у біотехнології створення бактеріальних препаратів актуальним є вивчення функціональних властивостей мікрофлори, виділеної із традиційної карпатської бринзи.

Аналіз останніх досліджень. Під час конструювання пробіотичних препаратів значну увагу приділяють здатності штамів мікроорганізмів виживати в умовах кислого середовища шлунка, високих концентрацій жовчі в тонкій кишці та можливості їх досягати товстого відділу кишечника і проявляти функціональні властивості [1].

Відомо, що молочнокислі бактерії, особливо лактобактерії, стійкі до кислої реакції середовища [2]. Промислові штами молочнокислих бактерій, які використовують для виготовлення пробіотичних препаратів, зазвичай можуть розвиватися за значень рН 4 та нижче [3], а ентерококи, зокрема *E. Faecalis*, здатні адаптуватися до кислих середовищ (рН 2,9) і переносять кислоту екстракту лайма, виявляючи стабільну взаємодію упродовж 12 годин [4].

Важливою характеристикою ентерококів є їх здатність рости в умовах широкого діапазону температур, за високого вмісту кухонної солі та жовчі і низького значення рН. Стійкість до жовчі травної системи є необхідною умовою для колонізації та метаболічної активності бактерій у кишечнику господаря, оскільки клітинні мембрани мікроорганізмів є дуже чутливими до жовчних кислот [5].

Дослідженнями встановлено, що жовчні кислоти, які надходять у дванадцятипалу кишку тонкого кишечника, знижують виживання бактерій, тому ефективність пробіотичних штамів значною мірою залежить від їх стійкості до жовчі [6]. Крім того, про використання ентерококами жовчі як джерела поживних речовин вказує їх здатність виживати і розмножуватися у середовищі з концентрацією жовчі 3 % [7]. Механізми, за допомогою яких пробіотичні бактерії здатні витримати стрес, спричинений жовчними солями, залишаються нез'ясованими, однак, на думку деяких дослідників, їх стійкість ґрунтується на гідролізі жовчних солей [8]. Молочнокислі бактерії також впливають на засвоєння холестеролу макроорганізмом завдяки жовчно-сольовому обміну цих бактерій [9].

Кухонна сіль є одним із важливих компонентів під час виробництва розсільних сирів, оскільки впливає на термін зберігання сиру, розмноження бактерій та активність ферментів під час визрівання, і, отже, на смак та аромат, а також на гідратацію казеїну та формування структури і консистенції сиру [10]. Кухонна сіль посилює гідролітичну здатність сичужного ферменту під час визрівання сиру, гальмує життєдіяльність гнильних бактерій, водночас (у певних концентраціях) сприяє розвитку молочнокислої мікрофлори заквашувальних препаратів і продукуванню нею ферментів [11]. Сіль впливає на розчинність білків і вміст води у сирі, що визначає його реологічні властивості та текстуру під час виготовлення. Заразом 5–6 % вміст кухонної солі підвищує розчинність казеїнів у сирах [12] та впливає на здатність казеїнів до зв'язування води казеїновим гелем і надання пластичної консистенції. Однак за високих концентрацій відбувається зниження гідратації казеїну, тому підвищені концентрації солі зумовлюють формування твердішої та жорсткішої структури сиру [13].

Установлено, що натрій хлорид бере участь в утворенні соляної кислоти шлункового соку і постійно наявний в макроорганізмі, тому бактерії, що входять до складу пробіотичних препаратів, мають бути резистентними до цього чинника [2, 14]. Однак дослідженнями встановлено, що не всі штами ентерококів здатні рости за наявності високих концентрацій солі, зокрема за 6,5 % концентрації [15].

Отже, актуальним завданням конструювання нових ефективних пробіотичних препаратів для виробництва сиру є відбір стійких до метаболітів травної системи та солей мікроорганізмів.

Метою дослідження було вивчити здатність ентерококів, виділених із традиційної карпатської бринзи [16], виживати в умовах різних значень рН і різних концентрацій солі та жовчі.

Матеріал і методи дослідження. З метою визначення здатності різних штамів *E. durans* SB6, *E. faecium* SB12, *E. durans* SB18, *E. durans* SB20 рости в умовах кислого середовища проводили їх культивування у рідкому МПБ. Для цього культури ентерококів культивували на твердому МРС за температури 37 °C упродовж 18–20 годин. Після цього стерильним ізотонічним розчином натрію хлориду проводили змиви і готували завись мікроорганізмів на 0,5 одиниць за стандартом McFarland. У колби із рідким живильним середовищем МПБ вносили змиви культур із розрахунку $1,5 \times 10^8$ КУО/см³.

Досліджувані проби культивували за рН від 3 до 9 одиниць, температури 37 °С упродовж 24 годин. Ріст ентерококів встановлювали за зміною оптичної густини середовища культивування та визначали за допомогою приладу КФК-3 за довжини хвилі 590 нм.

Здатність ентерококів рости за високих концентрацій жовчі встановлювали через змиви культур (із розрахунку $1,5 \times 10^8$ КУО/см³) у МПБ із 20 та 40 % концентрацією медичної жовчі. Ріст ентерококів встановлювали за зміною оптичної густини середовища культивування. Здатність ентерококів виживати в умовах високих концентрацій натрію хлориду визначали за внесення змивів культур (із розрахунку $1,5 \times 10^8$ КУО/см³) у МПБ із концентрацією солі від 3 до 6,5 %. У динаміці на 1, 2, 3, 5 та 7 доби проводили посіви для виявлення життєздатних культур.

Усі дослідження проводили у трьох повтореннях. Статистичну обробку даних проводили, використовуючи пакети програм Excel та STATISTICA 7,0. Відмінності між величинами вважали статистично значущими за $p \leq 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. Під час визначення здатності ентерококів рости у кислому, нейтральному та лужному значеннях живильного середовища отримали дані, наведені у таблиці 1. За рН 3 ріст дослі-

джуваних штамів ентерококів не спостерігали, оскільки оптична густина МПБ була на рівні показників контролю. За показника рН 4 лише два штами – *E. durans* SB18 і *E. durans* SB20 були здатні виживати та проявляти добрі ростові властивості. Установлено, що зі зменшенням кислотності підвищувалась оптична густина середовища культивування. Так, за значення рН 5 штами ентерококів *E. durans* SB6 та *E. faecium* SB12 проявляли добрі ростові властивості, однак штами *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20 давали суттєвіший ріст проти контролю, зокрема оптична густина цих середовищ збільшувалась у 9,8 та 10,8 рази ($p < 0,001$) відповідно. Найкращими ростовими властивостями за показника рН 6 і 7 характеризувалися штами *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20, оскільки оптична густина середовища була вищою у 19,6; 18,2; 20,5 та 20,1 рази ($p < 0,001$) відповідно проти контролю. Однак *E. durans* SB18 проти *E. durans* SB20 мав кращі ростові властивості, зокрема оптична густина середовища культивування була відповідно на 7,2 та 2 % вищою.

У лужному середовищі за рН 8 та 9 усі досліджувані штами ентерококів проявляли досить добрі ростові властивості. Однак найкращі ростові властивості проявляв штам *E. durans* SB20. Так, за рН 8 оптична густина була у 21,0 рази вищою проти контролю, однак

Таблиця 1 – Зміна оптичної густини середовища під час культивування ентерококів за різних значень рН ($M \pm m$, $n=3$)

рН од	Контроль	Штами ентерококів			
		<i>E. durans</i> SB6	<i>E. faecium</i> SB 12	<i>E. durans</i> SB18	<i>E. durans</i> SB20
3	0,012±0,0009	0,013±0,007	0,014±0,0006	0,013±0,0009	0,013±0,001
4		0,070±0,001***	0,071±0,001***	0,073±0,0003***	0,072±0,002***
5		0,033±0,0003***	0,012±0,00033	0,118±0,00033***	0,129±0,0003***
6		0,229±0,0006***	0,122±0,0003***	0,237±0,0007***	0,219±0,0009***
7		0,114±0,0003***	0,175±0,0003***	0,247±0,0009***	0,242±0,0009***
8		0,148±0,0003***	0,179±0,00066***	0,242±0,0003***	0,258±0,002***
9		0,114±0,0003***	0,147±0,0003***	0,215±0,0009***	0,237±0,002***

Примітка: *** - $p < 0,001$.

Таблиця 2 – Зміна оптичної густини середовища під час культивування ентерококів за різних концентрацій жовчі ($M \pm m$, $n=3$)

Концентрація жовчі, %	Контроль	Штами ентерококів			
		<i>E. durans</i> SB6	<i>E. faecium</i> SB 12	<i>E. durans</i> SB18	<i>E. durans</i> SB20
20	0,078±0,001	0,113±0,0015***	0,120±0,0014***	0,126±0,002***	0,124±0,001***
40	0,008±0,0007	0,015±0,0003***	0,017±0,00033***	0,017±0,0003***	0,015±0,0003***

Примітка: *** - $p < 0,001$.

за підвищення рН до 9 оптична густина дещо зменшувалася та була у 19,7 раза вищою проти контролю.

Надалі було досліджено здатність ентерококів виживати в умовах високої концентрації жовчі, дані наведено у таблиці 2. Отримані дані доводять, що в умовах 20 та 40 % концентрації жовчі досліджувані штами ентерококів зберігали свою життєздатність та проявляли ростові властивості. Найвищий ріст за концентрації жовчі 20 % встановлено для двох штамів ентерококів – *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20, оптична густина середовища культивування цих штамів була вищою проти контролю на 61,9 та 58,9 % ($p < 0,001$) відповідно.

За культивування штамів *E. faecium* SB12 і *E. durans* SB18 у середовищі 40 % концентрації жовчі оптична густина була вищою у 2,2 раза ($p < 0,001$) проти контролю, а за культивування *E. durans* SB6 та *E. durans* SB20 оптична густина середовища була вищою у 2,1 та 1,9 раза ($p < 0,001$) відповідно.

Під час визначення здатності ентерококів виживати у різних (3–6,5 %) концентраціях кухонної солі встановили, що впродовж 21 доби досліджувані штами зберігали свою життєздатність.

Висновки.

1. Із досліджуваних чотирьох штамів ентерококів за рН 4 два штами – *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20 були здатні виживати та проявляти ростові властивості. За значення рН 5 оптична густина середовища за культивування штамів *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20 була вищою у 9,8 та 10,8 раза ($p < 0,001$) відповідно, порівнюючи з контролем. За значення рН 6 і 7 найкращими ростовими властивостями також характеризувалися штами *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20, оптична густина середовища була вищою у 19,6; 18,2; 20,5 та 20,1 раза відповідно ($p < 0,001$) проти контролю.

2. Встановлено, що за 20 та 40 % концентрації жовчі досліджувані штами ентерококів зберігали свою життєздатність та проявляли ростові властивості. За культивування ентерококів у 20 % концентрації жовчі найкращий ріст виявляли у штамів *E. durans* SB18 і *E. durans* SB20, оптична густина середовища була вищою проти контролю, відповідно, на 61,9 та 58,9 % ($p < 0,001$). В умовах 40 % концентрації жовчі оптична густина за культивування штамів *E. faecium* SB 12 та *E. durans* SB18 була вищою проти контролю у 2,2 раза ($p < 0,001$).

3. Досліджувані штами ентерококів здатні тривалий час виживати у високих концентраціях кухонної солі, зокрема за концентрації від 3 до 6,5 % упродовж 21 доби.

Надалі доцільно вивчати токсико-біологічні властивості штамів ентерококів, виділених із традиційної карпатської бринзи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Даниленко С. Г. Дослідження впливу різних факторів на життєздатність молочнокислих бактерій. Продовольчі ресурси. Технічні науки. 2014. № 3. С. 130–134.
2. Похилько Ю.М., Кравченко Н.О. Стійкість бактерій роду *Lactobacillus* до метаболітів травної системи. Мікробіологія і біотехнологія. 2017. № 2. С. 101–111. Doi: [http://doi.org/10.18524/2307-4663.2017.2\(38\).105019](http://doi.org/10.18524/2307-4663.2017.2(38).105019).
3. Marhamatizadeh M. H. Mining of lactic acid bacteria from traditional yogurt (Mast) of Iran for possible industrial probiotic use. Italian Journal of Animal Science. 2019. Vol. 18. Issue 1. P. 663–667. Doi: <http://doi.org/10.1080/1828051x.2018.1552541>.
4. Zaki Mubarak., Cut Soraya. The acid tolerance response and pH adaptation of *Enterococcus faecalis* in extract of lime *Citrus aurantiifolia* from Aceh Indonesia. Version 1; referees: awaiting peer review. F1000 Research. 2018. 7. 287 p. Doi: <https://doi.org/10.12688/f1000research.13990.1>.
5. Consequences of bile salt biotransformations by intestinal bacteria/ Ridlon J. M. et al. Gut microbes. 2016. Vol. 7 (1). P. 22–39. Doi: <https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1127483>.
6. Survival of commercial probiotic strains to pH and bile/ Sahadeva R.P.K. et al. International Food Research Journal. 2011. Vol. 18 (4). № 4. P. 1515–1522.
7. Interspecies diversity, safety and probiotic potential of bacteriocinogenic *Enterococcus faecium* isolated from dairy food and human faeces World / Arun Bhardwaj et al. J. Microbiol. Biotechnol. 2011. № 27. P. 591–602.
8. The Tolerance of *Lactobacillus paracasei* and *Lactobacillus curvatus* Originated From Bovine Colostrum Towards Acidity and Bile Salts as Probiotics Candidate/ Safitri et al. Advance Journal of Food Science and Technology. 2016. № 11 (1). P. 60–63.
9. Ruiz L. Bile resistance mechanisms in *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*. Frontiers in Microbiology. 2013. № 4 (396). P. 1–8.
10. Emerging Innovations to Reduce the Salt Content in Cheese; Effects of Salt on Flavor, Texture, and Shelf Life of Cheese; and Current Salt Usage: A Review. / Inhyu Bae et al. Korean J. Food Sci. An. Resour. 2017. Vol. 37 (6). P. 793–798. Doi: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.6.793>.
11. Jay Russell Bishop., Marianne Smukowski. Storage temperatures necessary to maintain cheese safety. Food Product. Trends. 2006. Vol. 26. № 10. P. 714–724.
12. El-Bakny M. Sodium in different cheese types; Role and strategies of reduction In: Foster R.D., editor. Cheese: Types, nutrition and consumption. Nova Science Publishers, Inc.; NY: 2011. P. 105–118.
13. Tomas T. D., Pearce K. N. Influence of salt on lactose fermentation and proteolysis in Cheddar cheese. J. Dairy Sci. 1985. Vol. 19. P. 561–572.
14. Enrica Pessione Interactive probiotics. Department of Life Sciences and Systems Biology University of Torino – Italy: CRC Press. 2014. 274 p. Doi: <https://doi.org/10.1201/b16439>.
15. Charles M.A., Franz P., Holzapfel Wilhelm H., Stiles Michael E. Enterococci at the crossroads of food safety?

International Journal of Food Microbiology. 1999. Vol. 47 (1-2). P. 1–24.

16. Slyvka I.M., Tsisaryk O.Y., Dronyk G.V., Musiy L.Y. Strains of lactic acid bacteria isolated from traditional Carpathian cheese. Regul. Mech. Biosyst. 2018. Vol. 9 (1). P. 62–68. Doi: <http://doi.org/10.15421/021808>.

REFERENSEC

1. Danilenko, S.G. (2014). Doslidzhennja vplyvu riznyh faktoriv na zhyttjezdarnist' molochnokyslyh bakterij [The influence of various factors on the viability of lactic acid bacteria]. Prodovol'chi resursi [Food resources]. Seriya: Tekhnichni nauki [Series: Technical Sciences]. no. 3, pp. 130–134.

2. Pohil'ko, Ju.M., Kravchenko, N.O. (2017). Stijkist' bakterij rodu Lactobacillus do metabolitiv travnoi sistemi [Resistance of bacteria of the genus Lactobacillus to metabolites of the digestive system]. Mikrobiologija i biotehnologija [Microbiology and biotechnology]. no. 2, pp. 101–111. Available at: [https://doi.org/10.18524/2307-4663.2017.2\(38\).105019](https://doi.org/10.18524/2307-4663.2017.2(38).105019).

3. Marhamatzadeh, M.H., Sayyadi, S. (2019). Mining of lactic acid bacteria from traditional yogurt (Mast) of Iran for possible industrial probiotic use. Italian Journal of Animal Science. Vol. 18, Issue 1, pp. 663–667. Available at: <https://doi.org/10.1080/1828051x.2018.1552541>.

4. Zaki, Mubarak., Cut, Soraya. (2018). The acid tolerance response and pH adaptation of Enterococcus faecalis in extract of lime Citrus aurantiifolia from Aceh Indonesia. Version 1; referees: awaiting peer review. F1000Research. 7, 287 p. Available at: <https://doi.org/10.12688/f1000research.13990.1>.

5. Ridlon, J.M. (2016). Consequences of bile salt biotransformations by intestinal bacteria. Gut microbes. Vol. 7 (1), pp. 22–39. Available at: <https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1127483>.

6. Sahadeva, R.P.K., Leong, S.F., Chua, K.H., Tan, C.H., Chan, H.Y., Tong, E.V., Wong, S.Y.W., Chan, H.K. (2011). Survival of commercial probiotic strains to pH and bile. International Food Research Journal. Vol. 18 (4), no.4, pp. 1515–1522.

7. Bhardwaj, Arun., Kaur, Gurpreet., Gupta, Hittu., Vij, Shilpa., Malik, Ravinder K. (2011). Interspecies diversity, safety and probiotic potential of bacteriocinogenic Enterococcus faecium isolated from dairy food and human faeces World. J. Microbiol. Biotechnol. no. 27, pp. 591–602.

8. Safitri, R. (2016). The Tolerance of Lactobacillus paracasei and Lactobacillus curvatus originated from bovine colostrum towards acidity and bile salts as probiotics andidate. Advance journal of food science and technology. no. 11 (1), pp. 60–63.

9. Ruiz, L., Margolles, A., S6nchez, B. (2013). Bile resistance mechanisms in Lactobacillus and Bifidobacterium. Frontiers in microbiology. no. 4 (396), pp. 1–8.

10. Inhyu, Bae., Jong-Hyun, Park., Hee-Young, Choi., Hoo-Kil, Jung. (2017). Emerging Innovations to Reduce the Salt Content in Cheese; Effects of Salt on Flavor, Texture, and Shelf Life of Cheese; and Current Salt Usage: A Review. Korean J. Food Sci. An. Resour. Vol. 37 (6), pp. 793–798. Available at: <http://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.6.793>

11. Jay Russell, Bishop., Marianne, Smukowski. (2006). Storage temperatures necessary to maintain cheese afety. Food Product. Trends. Vol. 26, no. 10, pp. 714–724.

12. El-Bakny, M. (2011). Sodium in different cheese types; Role and strategies of reduction In: Foster R.D., editor. Cheese: Types, nutrition and consumption. Nova Science Publishers, Inc.; NY. pp. 105–118.

13. Tomas, T.D., Pearce, K.N. (1985). Influence of salt on lactose fermentation and proteolysis in Cheddar cheese. J. Dairy Sci. Vol. 19, pp. 561–572.

14. Enrica, Pessione. (2014). Interactive probiotics. Department of Life Sciences and Systems Biology University of Torino – Italy: CRC Press. 274 p. Available at: <https://doi.org/10.1201/b16439>.

15. Franz, Charles M.A.P., Holzapfel, W.H., Stiles, M.E. (1999). Enterococci at the crossroads of food safety? International Journal of Food Microbiology. Vol. 47 (1–2), pp.1–24.

16. Slyvka, I.M., Tsisaryk, O.Y., Dronyk, G.V., Musiy, L.Y. (2018). Strains of lactic acid bacteria isolated from traditional Carpathian cheese. Regul. Mech. Biosyst. Vol. 9 (1), pp.62–68. Available at: <https://doi.org/10.15421/021808>.

Влияние pH и разных концентраций соли и желчи на рост энтерококков, выделенных с природных экосистем

Кушнир И.И.

В статье приведены результаты исследования способности четырех неизученных штаммов энтерококков, выделенных из карпатской брынзы, выживать при различных значениях pH в условиях высоких концентраций поваренной соли и желчи.

Низкое значение pH в желудке и желчные кислоты, которые поступают в тонкий отдел кишечника, снижают выживаемость бактерий, поэтому эффективность пробиотических штаммов в значительной степени зависит от их устойчивости к этим факторам. Поваренная соль является одним из важных компонентов при производстве рассольных сыров, поскольку влияет на активность ферментов во время созревания сыра и образования вкусоароматических соединений, на гидратацию казеина, а также на сроки хранения сыра. Однако высокие концентрации соли обладают бактериостатическим эффектом, поэтому устойчивость микробных культур заквасочных препаратов для сыров к концентрациям соли, предусмотренных технологическим процессом, имеет принципиальное значение.

Установлено, что исследуемые штаммы энтерококков при pH 3 не способны выживать и проявлять ростовые свойства, а при показателе pH 4 только два штамма – E. durans SB18 и E. durans SB20 были способны выживать и обладают хорошими ростовыми свойствами, на что указывало повышение оптической плотности среды культивирования. При pH 5 все исследуемые штаммы энтерококков обладали ростовыми свойствами, однако штаммы E. durans SB18 и E. durans SB20 имели существенный рост по сравнению с контролем, в частности оптическая плотность среды возросла, соответственно, в 9,8 и 10,8 раза ($p < 0,001$).

При изучении устойчивости энтерококков к различным концентрациям желчи установили, что в условиях 20 % концентрации высокий рост проявляли два штамма энтерококков – E. durans SB18 и E. durans SB20, оптическая плотность среды культивирования этих штаммов была выше по сравнению с контролем на 61,9 и 58,9 %

($p < 0,001$) відповідно. Все досліджувані штами ентерококків здатні в течение 21 днів виживати в умовах 3–6,5 % концентрації поваренної солі, що свідчить про їх придатність для використання в виробництві рассольних сири.

Ключевые слова: *Enterococcus durans*, *E. faecium*, оптична щільність, жовч, pH.

The influence of the pH and various concentrations of salt and bile on the growth of enterococci isolated from natural ecosystems

Kushnir I.

The article presents the results of the studies on ability of four unexplored strains of enterococci isolated from the traditional Carpathian cheese to survive at different pH values under high concentrations of salt (sodium chloride) and bile.

The low pH in the stomach and bile acid which entering to the small intestine reduce the survival of bacteria, so the effectiveness of probiotics strains depends on a large extent on the resistance to the sefactors. Salt is one of the main components in the production of brinecheeses, as it influence on the enzymes activity during cheese ripening and the formation of flavoring compounds, on the hydration of casein, and also on the shelf life of cheese. However, high concentrations of salt exhibit a bacteriostatic effect, so there is resistance of microbial cultures to salt concentrations, which a

repredicted by the technological process for brinecheeses, is really important.

The results of the studies established, that the tested strains of enterococci are not able to survive and exhibit growth properties at the value of pH 3 units. At the value of pH 4 units, only two strains *E. durans* SB18 and *E. durans* SB20 were able to survive and exhibit good growth properties, as indicated by the increase in the optical density of the culture medium. At the value of pH 5, all the tested strains of enterococci showed growth properties, however, *E. durans* SB18 and *E. durans* SB20 strains showed more significant growth than the control samples, in particular, the optical density of the medium increased, respectively, 9,8 and 10,8 times ($p < 0.001$).

During the studying the resistance of enterococci to different concentrations of bile, it was found out that at 20% concentration the highest growth was shown by two strains of enterococci - *E. durans* SB18 and *E. durans* SB20, the optical density of the culture medium of the strains were higher compared to the control on 61,9 and 58,9% ($p < 0.001$), respectively. All the tested strains of enterococci were able to survive at the concentration of 3–6,5% sodium chloride for 21 days, indicating their suitability in using in the production of brinecheeses.

Key words: *Enterococcus durans*, *E. faecium*, optical density, bile, pH.



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



Кушнір І.І.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-3620-1210>

УДК636.6.034.085.55/.087.24

Яєчна продуктивність перепілок за згодовування різних рівнів сухої післяспиртової барди у складі комбікормів

Плиська А.Ю.^{id}, Ібатуллин І.І.^{id}

Національний університет біоресурсів і природокористування України

✉ Плиська А.Ю. E-mail: plyska.a@agro.globino.ua



Плиська А.Ю., Ібатуллин І.І. Яєчна продуктивність перепілок за згодовування різних рівнів сухої післяспиртової барди у складі комбікормів. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 82–87.

Plyska A.Ju., Ibatullin I.I. Jajechna produktyvnist' perepilok za zgodovuvannja riznyh rivniv suhoi' pisljaspyrtovoi' bardy u skladi kombikormiv. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva», 2020. № 2. PP. 82–87.

Рукопис отримано: 20.10.2020р.

Прийнято: 07.11.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-82-87

Численні дослідження у тваринництві спрямовано на обґрунтування доцільності використання у годівлі тварин відходів технічних виробництв. Останнім часом у рецептах комбікормів можна зустріти суху післяспиртову барду. Вона є гарним джерелом протеїну, однак її кількість у складі комбікорму обмежена через наявність антипоживних речовин. Було проведено експериментальні дослідження динаміки продуктивності перепілок-несучок за споживання повнораціонних комбікормів з різною часткою сухої післяспиртової барди. Для цього було сформовано 5 груп перепелів яєчного напрямку продуктивності по 30 тварин віком 42 доби кожна. Перепели контрольної групи споживали повнораціонний комбікорм, у складі якого не було сухої післяспиртової барди. Натомість тваринам 2-, 3-, 4- та 5-ї дослідних груп під час основного періоду досліду до складу комбікормів вводили відповідно 5 %, 10, 15 та 20 % сухої післяспиртової барди. Поживність комбікормів усіх груп була однаковою. За 120 діб основного періоду досліду найбільше переважали контрольних тварин перепели 3-ї дослідної групи, які споживали у складі комбікорму 10 % сухої післяспиртової барди. Дещо меншою (5,0 %) була перевага тварин 2-ї дослідної групи, вміст барди в раціоні яких становив 5 %. Найменше від контрольних показників відрізнялися перепілки 4-ї дослідної групи, які лише на 0,3 % переважали останніх, споживаючи у складі комбікорму 15 % сухої барди. Частка сухої післяспиртової барди 20 % у складі повнораціонного комбікорму перепелів 5-ї дослідної групи негативно впливала на їх продуктивність, оскільки валовий збір яєць у цій групі був меншим за контроль на 1,6 %.

Крім відмінностей за кількістю зібраних яєць, за результатами досліду було зафіксовано статистично значущу різницю за масою знесених яєць між тваринами контрольної та дослідних груп. За основний період досліду за середньою масою яєць найбільше контроль переважала птиця 3-ї дослідної групи – на 1,1 %. Дещо меншою (0,7 %) була перевага тварин 2-ї дослідної групи. Перепели 4-ї дослідної групи за масою яєць мало відрізнялися від контролю – лише на 0,4 % переважали його. Незначно від контролю також відрізнялася птиця 5-ї дослідної групи за масою яєць – лише на 0,2 % поступалися йому.

Отже, включення до складу комбікорму 5–10 % сухої післяспиртової барди позитивно впливає на продуктивність перепелів.

Ключові слова: суха післяспиртова барда, яйця, перепели, несучість, маса яєць, комбікорм, годівля.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Сьогодні тваринництво одночасно вирішує чимало проблем людства. Одне із пріоритетних завдань – зменшення частки зернових кормів у складі комбікормів за максимального використання в годівлі тварин побічних відходів різних виробництв, зокрема спиртово-

го. З одного боку, це зменшить напругу щодо продовольчої кризи у світі, а з іншого – допоможе утилізувати відходи переробки рослинної продукції [7, 14, 15].

Суха післяспиртова барда є бажаним кормовим засобом у раціонах великої рогатої худоби [4, 6, 12], оскільки є джерелом байпасного про-

теїну. Для моногастричних тварин перепорою у застосуванні сухої післяспиртової барди є суттєва кількість некрохмалистих полісахаридів, однак у певній кількості вона є гарним джерелом протеїну для свиней [8, 9] та птиці [3, 5, 10, 11].

За останні роки структура поголів'я тварин в Україні дещо змінилася. За даними Державної служби статистики, за 2019 рік зменшилося поголів'я великої та дрібної рогатої худоби, а також свиней. Натомість чисельність птиці в господарствах нашої країни щорічно зростає [2]. Зростає не лише поголів'я курчат-бройлерів та курей-несучок, а й перепелів м'ясного і яєчного напрямів продуктивності.

Яйця перепелів – широко вживаний продукт у дієтичному харчуванні. Вони гіпоалергенні та багаті на низку біологічно-активних речовин [1]. Щороку попит на цей продукт збільшується, оскільки здоров'я людей погіршується через несприятливі екологічні умови [13].

Враховуючи викладене вище, дослідження зі встановлення впливу різних рівнів сухої післяспиртової барди в комбікормі на яєчну продуктивність перепілок є актуальними як з екологічного, так і продовольчого погляду.

Метою дослідження було встановлення оптимальної частки сухої післяспиртової барди в комбікормі перепілок-несучок.

Матеріал і методи дослідження. Науково-господарський дослід було проведено в умовах проблемної науково-дослідної лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П.Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України. Для його проведення було сформовано 5 груп по 30 перепелів віком 42 доби кожна (24 самки та 6 самців). Перша група була контрольною, а решта – дослідними. Тварин упродовж всього експерименту утримували у клітковій батареї, розміщеній у приміщенні з регульованими параметрами мікроклімату.

Упродовж зрівняльного періоду, тривалість якого становила 14 діб, перепели споживали однаковий розсипний комбікорм, який не містив у своєму складі сухої післяспиртової барди. Комбікорм роздавали двічі на добу. До його

складу входили пшениця, кукурудза, макуха сої, суха барда, олія соняшнику, рибне борошно, глютенне борошно, кров'яне борошно, DL-метіонін, сіль кухонна, монокальційфосфат, черепашка, 10 % концентрат для перепілок-несучок. Упродовж основного періоду експерименту птиця контрольної групи продовжила споживати комбікорм без сухої післяспиртової барди, а перепелам дослідних груп до його складу вводили зазначений кормовий засіб у кількості від 5 до 20 % згідно зі схемою досліду (табл. 1).

Основний період тривав 120 діб і був поділений на 4 підперіоди тривалістю 30 діб кожен.

Результати дослідження та обговорення. Уведення до складу комбікорму сухої післяспиртової барди у кількості 5–20 % за масою по-різному вплинуло на яєчну продуктивність перепелів (рис. 1).

За перший місяць основного періоду досліду перепілки не всіх дослідних груп збільшили свою продуктивність. Так, від птиці 2-ї дослідної групи, порівнюючи з контролем, отримали на 6 яєць більше, що становить 1,5 %. Перепілки 3-ї дослідної групи перевершили контрольних тварин за кількістю знесених яєць на 8 штук, або 2,0 %. За перший місяць основного періоду досліду птиця 4- та 5-ї дослідних груп знесла меншу кількість яєць, і тому поступалася контролю, відповідно, на 11 штук, або 2,7 % та 4 штуки, або 1,0 %. Варто зауважити, що впродовж цього періоду у контрольній групі вибула одна перепілка.

Упродовж 2-го місяця основного періоду досліду птиця 2-ї дослідної групи значно збільшила свою продуктивність і за кількістю знесених яєць перевершила контрольних аналогів на 24 штуки, або 5,1 %. Дещо більшою перевагою відзначилася птиця 3-ї дослідної групи – 26 яєць, або 5,6 %. Перепілки 4-ї дослідної групи також переважали контрольних, однак лише на 3 яйця, або 0,6 %. Птиця 5-ї дослідної групи поступалася контрольній групі за валовим збором яєць на 5 штук, або 1,1 %. Упродовж цього періоду досліду в 4-й дослідній групі загинула 1 перепілка.

Таблиця 1 – Схема науково-господарського досліду

Група тварин	Поголів'я, голів	Вміст в комбікормі післяспиртової барди, %	
		Зрівняльний період (14 діб)	Основний період (120 діб)
1-а контрольна	30	–	–
2-а дослідна	30	–	5
3-я дослідна	30	–	10
4-а дослідна	30	–	15
5-а дослідна	30	–	20

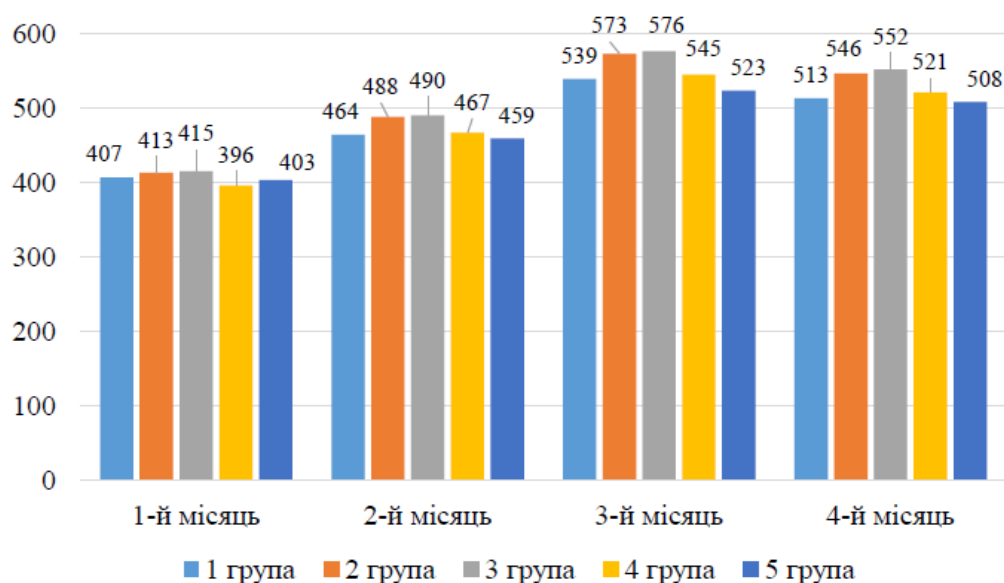


Рис. 1. Валовий збір яєць перепелів за місяцями, шт./групу.

За 3-й місяць основного періоду дослідження перевага перепілок 3-ї дослідної групи над контрольними зросла до 6,9 %, або 37 яєць. Продуктивність птиці 2-ї дослідної групи, порівнюючи з попереднім періодом, дещо зросла, і вони переважали контрольних аналогів за кількістю знесених яєць на 6,3 %, або 34 штуки. Перепілки 4-ї дослідної групи мали незначну перевагу над контрольними – 6 яєць, або 1,1 %. Натомість птиця 5-ї дослідної групи вже традиційно поступалася контролю за збором яєць на 16 штук, що становить 3,0 %. Цей період відзначився загибеллю 1 перепілки у 5-ї дослідній групі.

Останній місяць дослідного періоду відзначився відсутністю загибелі птиці. Найбільше яєць зібрали від перепілок 3-ї дослідної групи – на 39 штук, або 7,6 % більше, ніж у контрольній групі. Більше контрольного показника зібрали яєць від птиці 2- та 4-ї дослідних груп – відповідно, на 33 штуки, або 6,5 % та 8 штук, або 1,6 %. Як і впродовж попереднього місяця, перепели 5-ї дослідної групи знесли менше яєць, ніж контрольні аналоги, на 5 яєць, або 1,0 %.

Отже, за 4 місяці основного періоду дослідження перепілки 3-ї дослідної групи знесли на 110 яєць (5,7 %) більше, ніж контрольні аналоги. Птиця 2-ї дослідної групи переважала контрольну групу за кількістю знесених яєць на 97 штук, або 5,0 %. Перепілки 4-ї дослідної групи знесли на 6 яєць більше, ніж контрольні аналоги, що становить 0,3 %. Найгіршою була продуктивність перепілок 5-ї дослідної групи, від яких зібрали на 30 яєць менше, ніж від контрольних аналогів, що становило 1,6 %.

Окрім підрахунку валового збору яєць, упродовж усього дослідження яйця зважували (табл. 2). Середня маса яєць змінювалася залежно від періоду яйцекладки, однак і серед груп була зафіксована статистично значуща різниця.

Упродовж першого місяця основного періоду дослідження різниця між контрольною та дослідними групами перепелів за масою яєць була незначною і не перевищувала 0,8 %. Однак маса яєць тварин 2-, 3- та 4-ї дослідних груп була вища контролю, а 5-ї дослідної групи – незначно поступалася йому.

Таблиця 2 – Маса яєць, г ($M \pm m$, $n=24$)

Показник	Група тварин				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
За 1-й місяць	10,11±0,047	10,16±0,047	10,19±0,051	10,12±0,047	10,09±0,049
За 2-й місяць	10,70±0,029	10,83±0,027**	10,87±0,029***	10,79±0,026*	10,68±0,027
За 3-й місяць	11,54±0,044	11,62±0,046	11,63±0,046	11,55±0,044	11,52±0,040
За 4-й місяць	12,44±0,057	12,49±0,055	12,56±0,051	12,47±0,053	12,39±0,053
За весь основний період	11,19±0,083	11,27±0,083	11,31±0,084	11,23±0,083	11,17±0,082

Другий місяць споживання комбікормів з різною часткою сухої післяспиртової барди відзначився статистично значущою перевагою перепілок 2- та 3-ї дослідних груп над контрольними аналогами за масою яєць – відповідно, на 1,2 ($P<0,01$) та 1,6 % ($P<0,001$). На 0,8 % ($P<0,05$) переважали контрольних за зазначеним показником аналогі 4-ї дослідної групи. Перепілки 5-ї дослідної групи поступалися контролю на 0,2 %.

Маса яєць перепелів 4-ї дослідної групи упродовж третього місяця основного періоду досліджу була майже рівною контролю, 5-ї – поступалася йому на 0,2 %, а 2- та 3-ї дослідних груп – переважала контроль на 0,7 та 0,8 % відповідно.

Упродовж четвертого місяця основного періоду експерименту за масою яєць перепілки 2-ї дослідної групи переважали контрольних аналогів на 0,4 %, 3-ї – на 1,0 %, 4-ї дослідної групи – на 0,2 %. Натомість птиця 5-ї дослідної групи поступалася контрольній групі на 0,4 %.

За 120 діб основного періоду досліджу середня маса яєць перепілок 2- та 3-ї дослідних груп була вища за контроль на 0,7 та 1,1 % відповідно. Переважали контроль за масою яєць і перепели 4-ї дослідної групи – на 0,4 %. Майже однаковою з контролем була маса яєць птиці 5-ї дослідної групи, оскільки лише на 0,2 % поступалася йому.

Отже, згодовування сухої післяспиртової барди перепілкам яєчного напряму продуктивності мало впливало на масу яєць.

Висновки. Включення до складу повнораціонних комбікормів перепелів яєчного напряму продуктивності сухої післяспиртової барди у кількості 5–10 % за масою позитивно впливає на несучість перепілок та масу яєць. Підвищення частки сухої барди в комбікормі до 15 % мало впливає на продуктивність перепілок та масу яєць, тому можна констатувати відсутність негативного впливу. За вмісту 20 % сухої післяспиртової барди в комбікормі несучість та маса яєць у перепілок знижується, тому таку частку цього кормового засобу варто розглядати як завищену.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Касяненко О.І., Собина М.М. Регіональне розташування та потужності виробництва перепелиних птахогосподарств в Україні. Вісник Сумського національного аграрного університету. Ветеринарні науки. 2012. Вип. 1 (30). С. 70–73.
2. Тваринництво України 2019. Статистичний збірник. Київ, 2020. 158 с.
3. Laying Performance, Physical, and Internal Egg Quality Criteria of Hens Fed Distillers Dried Grains with Solubles and Exogenous Enzyme Mixture / Abdel-Hack

M.E. et al. *Animals*. 2019. Vol. 9 (4). 150 p. Doi: <https://doi.org/10.3390/ani9040150>

4. Gunn P.J., Lemenager R., Bridges A. Excess rumen undegradable protein alters parameters of reproductive function in beef cows. *Animal Industry Report*. 2014. 4 p. Doi: https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-1138

5. Konca Yu., Kikpinar F., Mert S. Effects of corn distillers dried grain with solubles (DDGS) on carcass, meat quality and intestinal organ traits in Japanese quails. *Scientific Papers. Serial D. Animal science. Bucharest. LIV*. 2011. P. 39–44.

6. Masse D.I., Jarret G., Benchaar C., CataSaady N.M. Effect of Corn Dried Distiller Grains with Solubles (DDGS) in Dairy Cow Diets on Manure Bioenergy Production Potential. *Animals*. 2014. Vol. 4 (1). P. 82–92. Doi: <https://doi.org/10.3390/ani4010082>

7. Opoku E.Y., Classen H.L., Scott T.A. Effects of wheat distillers dried grain with soluble with or without protease and β -mannanase on the performance of turkey henpoults. *Poultry Science*. 2015. Vol. 94. P. 207–214. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps/peu049>

8. Park C.S., Ragland D., Adeola O. Amino acid digestibility of corn distillers' dried grains with solubles with the addition of casein in pigs. *Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 96 (11). P. 4674–4684. Doi: <https://doi.org/10.1093/jas/sky309>

9. Growth performance, gastrointestinal and digestibility responses in growing pigs when fed corn–soybean meal-based diets with corn DDGS treated with fiber degrading enzymes with or without liquid fermentation / Rho Yo. et al. *Journal of Animals Science*. 2018. Vol. 96 (12). P. 5188–5197. Doi: <https://doi.org/10.1093/jas/sky369>

10. Dietary inclusion level effects of distillers dried grains with solubles on broiler meat quality / Schilling M.W. et al. *Poultry Science*. 2010. Vol. 89 (4). P. 752–760. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00385>

11. Investigating meat quality of broiler chickens fed on heat processed diets containing corn distillers dried grains with soluble / Shim Y. et al. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 2018. Vol. 38 (3). P. 629–635. Doi: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.38.3.629>

12. Tangendjaja B. Effect of feeding corn dried distillers grains with solubles (DDGS) on milk production of cow under hot climate condition. *Indonesian Journal of Agricultural Science*. 2013. Vol. 14. P. 63–70. Doi: <https://doi.org/10.21082/ijas.v14n2.2013.63-70>

13. Characteristics of egg parts, chemical composition and nutritive value of Japanese quail eggs—a review / Tolik D. et al. *Folia Biol (Krakow)*. 2014. Vol. 62. P. 287–292. Doi: https://doi.org/10.3409/fb62_4.287

14. Truong L., Morash D., Liu Ya., King A. Food waste in animal feed with a focus on use for broilers. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 2019. Vol. 8. P. 417–429. Doi: <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0276-4>

15. Nutrient availability of different batches of wheat distillers dried grains with solubles with and without exogenous enzymes for broiler chickens / Whiting I.M. et al. *Poultry Science*. 2017. Vol. 96. Issue 3. P. 574–580. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps/pew262>

REFERENCES

1. Kasjanenko, O.I., Sobyna, M.M. (2012). Regional'ne roztašuvannja ta potuzhnosti vyrobnyctva perepelynyh pta-

hogospodarstv v Ukrai'ni [Regional location and production capacity of quail poultry farms in Ukraine]. Visnyk Sums'ko-ho nacional'nogo agrarnogo universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Vetrynarni nauky [Veterinary sciences]. Issue 1 (30), pp. 70–73.

2. Tvarynnyctvo Ukrai'ny 2019 [Livestock of Ukraine 2019]. Statystychnyj zbirnyk [Statistical collection]. Kyiv, 2020, 158 p.

3. Abdel-Hack, M.E., Mahrose, K.M., Attia, F.A.M., Swelum, A.A., Taha, A.E., Shewita, R.S., Hussein, E.S.O.S., Alowaimier, A.N. (2019). Laying Performance, Physical, and Internal Egg Quality Criteria of Hens Fed Distillers Dried Grains with Solubles and Exogenous Enzyme Mixture. *Animals*. Vol. 9 (4), 150 p. Available at: <https://doi.org/10.3390/ani9040150>

4. Gunn, P.J., Lemenager, R., Bridges, A. (2014). Excess rumen undegradable protein alters parameters of reproductive function in beef cows. *Animal Industry Report*. 4 p. Available at: https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-1138

5. Konca, Yu., Kikpinar, F., Mert, S. (2011). Effect of corn distillers dried grain with solubles (DDGS) on carcass, meat quality and intestinal organ traits in Japanese quails. *Scientific Papers. Serial D. Animal science*. Bucharest. LIV, pp. 39–44.

6. Masse, D.I., Jarret, G., Benchaar, C., CataSaady, N.M. (2014). Effect of Corn Dried Distiller Grains with Solubles (DDGS) in Dairy Cow Diets on Manure Bioenergy Production Potential. *Animals*. Vol. 4 (1), pp. 82–92. Available at: <https://doi.org/10.3390/ani4010082>

7. Opoku, E.Y., Classen, H.L., Scott, T.A. (2015). Effects of wheat distillers dried grain with soluble with or without protease and β -mannanase on the performance of turkey henpoults. *Poultry Science*. Vol. 94, pp. 207–214. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps/peu049>

8. Park, C.S., Ragland, D., Adeola, O. (2018). Amino acid digestibility of corn distillers' dried grains with solubles with the addition of casein in pigs. *Journal of Animal Science*. Vol. 96 (11), pp. 4674–4684. Available at: <https://doi.org/10.1093/jas/sky309>

9. Rho, Yo., Wey, D., Zhu, C., Kiarie, E., Moran, K., van Heugten, E., de Lange, C.F.M. (2018). Growth performance, gastrointestinal and digestibility responses in growing pigs when fed corn–soybean meal-based diets with corn DDGS treated with fiber degrading enzymes with or without liquid fermentation. *Journal of Animals Science*. Vol. 96 (12), pp. 5188–5197. Available at: <https://doi.org/10.1093/jas/sky369>

10. Schilling, M.W., Battula, V., Loar, R.E., II, Jackson V., Kin, S., Corzo, A. (2010). Dietary inclusion level effects of distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. *Poultry Science*. Vol. 89 (4), pp. 752–760. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00385>

11. Shim, Y., Kim, J., Hosseindoust, A., Choi, Y., Kim, M., Oh, S., Ham, H., Kumar, A., Kim, K., Jang, A., Chae, B. (2018). Investigating meat quality of broiler chickens fed on heat processed diets containing corn distillers dried grains with soluble. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. Vol. 38 (3), pp. 629–635. Available at: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.38.3.629>

12. Tangendjaja, B. (2013). Effect of feeding corn dried distillers grains with solubles (DDGS) on milk production of cow under hot climate condition. *Indonesian Journal of Agricultural Science*. Vol. 14, pp. 63–70. Available at: <https://doi.org/10.21082/ijas.v14n2.2013.63-70>

13. Tolik, D., Polawska, E., Charuta, A., Nowaczewski, S., Cooper, R. (2014). Characteristics of egg parts, chemical composition and nutritive value of Japanese quail eggs—a review. *Folia Biol (Krakow)*. Vol. 62, pp. 287–292. Available at: https://doi.org/10.3409/fb62_4.287

14. Truong, L., Morash, D., Liu, Ya., King, A. (2019). Food waste in animal feed with a focus on use for broilers. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. Vol. 8, pp. 417–429. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0276-4>

15. Whiting, I.M., Pirgozliev, V.S., Rose, P., Wilson, J., Amerah, A.M., Ivanova, S.G., Staykova, G.P., Oluwatoshin, O.O., Oso, A.O. (2017). Nutrient availability of different batches of wheat distillers dried grains with solubles with and without exogenous enzymes for broiler chickens. *Poultry Science*. Vol. 96, Issue 3, pp. 574–580. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps/pew262>

Яичная продуктивность перепелов при скормлении разных уровней сухой послеспиртовой барды в составе комбикормов

Плыска А.Ю., Ибатуллин И.И.

Многочисленные исследования в животноводстве направлены на обоснование целесообразности использования в кормлении животных отходов технических производств. В последнее время в рецептах комбикормов всё чаще можно встретить сухую послеспиртовую барду. Она является хорошим источником протеина, однако ее количество в составе комбикорма ограничено наличием антипитательных веществ. Были проведены экспериментальные исследования динамики продуктивности перепелок-несушек при потреблении полнорационных комбикормов с разной долей сухой послеспиртовой барды. Для этого было сформировано 5 групп перепелов яичного направления продуктивности по 30 животных в возрасте 42 сутки каждое. Перепела контрольной группы потребляли полнорационный комбикорм, в составе которого не было сухой послеспиртовой барды. В то же время животным 2-, 3-, 4- и 5-й опытных групп во время основного периода опыта в состав комбикормов вводили соответственно 5 %, 10, 15 и 20 % сухой послеспиртовой барды. Питательность комбикормов всех групп была одинаковой. На протяжении 120 суток основного периода опыта больше всего опережали контрольных животных перепела 3-й опытной группы, которые потребляли в составе комбикорма 10 % сухой послеспиртовой барды. Немного меньше (5,0 %) было преимущество животных 2-й опытной группы, содержание барды в рационе которых составило 5 %. Меньше от контрольных показателей отличались перепела 4-й опытной группы, которые всего на 0,3 % превышали показатели последних, потребляя в составе комбикорма 15 % сухой барды. Доля сухой послеспиртовой барды 20 % в составе полнорационного комбикорма перепелов 5-й опытной группы отрицательно влияла на их производительность, поскольку валовой сбор яиц в этой группе был меньше контроля на 1,6 %.

Кроме отличий по количеству собранных яиц, по результатам опыта было зафиксировано статистически значимую разницу по массе снесенных яиц между животными контрольной и опытных групп. За основной период опыта по средней массе яиц наиболее контроль превышали птицы 3-й опытной группы – на 1,1 %. Несколько

ко меньшим (0,7 %) было преимущество животных 2-й опытной группы. Перепела 4-й опытной группы по массе яиц мало отличались от контроля – на 0,4 % превосходили его. Мало от контроля также отличались птицы 5-й опытной группы по массе яиц – на 0,2 % уступали ему.

Следовательно, включение в состав комбикорма 5–10 % сухой послеспиртовой барды положительно влияет на продуктивность перепелов.

Ключевые слова: сухая послеспиртовая барда, яйца, перепела, яйценоскость, масса яиц, комбикорм, кормление.

The egg productivity of quails for feeding different levels of dry post-alcohol bard in composition of feed

Plyska A., Ibatullin I.

Numerous studies in animal husbandry are aimed at substantiating the feasibility of using waste from technical industries in animal feeding. Recently, dry post-alcohol bard can be found in compound feed recipes. It is a good source of protein, but its amount in the feed is limited due to the presence of anti-nutrients. Experimental studies of the dynamics of productivity of laying quails for the consumption of complete feed with different proportions of dry post-alcoholic bard were conducted. For this purpose 5 groups of quails of an egg direction of productivity on 30 animals aged 42 days everyone were formed. Quails of the control group consumed complete feed, which did not contain dry post-alcoholic bard. Instead, animals of the 2nd, 3rd, 4th and 5th experimental groups during the main period of the experiment were fed, respectively, 5%, 10, 15 and 20% of dry post-alcoholic bard.

The nutritional value of compound feeds of all groups was the same. During 120 days of the main period of the experiment, the most prevalent control animals were quails of the 3rd experimental group, which consumed 10% of dry post-alcoholic bard as part of the feed. Slightly smaller (5.0%) was the predominance of animals of the 2nd experimental group, the content of bards in the diet of which was 5%. The least different from the control indicators were the quails of the 4th experimental group, which only 0.3% outperformed the latter, consuming 15% of dry bard in the compound feed. The share of dry post-alcoholic bard 20% in the complete feed of quails of the 5th experimental group had a negative effect on their productivity, as the gross collection of eggs in this group was less than the control by 1.6%.

In addition to differences in the number of collected eggs, the results of the experiment showed a statistically significant difference in the weight of laid eggs between animals of the control and experimental groups. During the main period of the experiment on the average weight of eggs the most control was dominated by birds of the 3rd experimental group - by 1.1%. Slightly smaller (0.7%) was the predominance of animals of the 2nd experimental group. Quails of the 4th experimental group were little different from the control in terms of egg weight - only 0.4% outweighed it. The birds of the 5th experimental group also slightly differed from the control in terms of egg weight - only 0.2% inferior to it. Thus, the inclusion of 5–10% of dry post-alcoholic bard in the feed has a positive effect on the productivity of quails.

Key words: dry post-alcoholic bard, eggs, quails, laying, egg weight, compound feed, feeding.



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

Плиска А.Ю.
Ібатуллін І.І.

ID: <https://orcid.org/0000-0001-7495-274X>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4418-6532>



ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

УДК 636:082:575.22

Характеристика генетичної структури плідників лебединської породи за генами бета- (CSN2) та капа-казеїну (CSN3)

Ладика В.І.¹ , Скляренко Ю.І.² , Павленко Ю.М.¹ 

¹ Сумський національний аграрний університет

² Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН



Скляренко Ю.І. E-mail: Sklyrenko9753@ukr.net



Ладика В.І., Скляренко Ю.І., Павленко Ю.М. Характеристика генетичної структури плідників лебединської породи за генами бета- (CSN2) та капа-казеїну (CSN3). Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 88–96.

Ladyka V.I., Skljarenko Ju.I., Pavlenko Ju.M. Charakterystyka genetychnoi' struktury plidnykiv lebedyns'koi' porody za genamy beta- (CSN2) ta kapakazei'nu (CSN3). Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytstva i pererobky produkci' tvarynnytstva», 2020. № 2. PP. 88–96.

Рукопис отримано: 16.09.2020р.

Прийнято: 02.10.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-88-96

Збереження генетичних ресурсів у тваринництві є необхідністю, яка визначена можливостями і реальністю різноманітності генофонду, наявного в країні, що зумовлює продуктивні та адаптивні можливості окремих порід великої рогатої худоби. Аборигенні породи є носіями унікальних генів і генних комплексів, відновити які у разі їх зникнення неможливо. Маркер-залежна селекція є одним із актуальних напрямів удосконалення великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності. Вона дає змогу вести добір і підбір батьківських форм на генному рівні. Актуальним питанням у селекції молочної худоби сьогодні є вивчення взаємозв'язку між спадковими чинниками, які обумовлюють типи білків у молоці. Генетичні варіанти бета-казеїну суттєво впливають на здоров'я людини, капа-казеїну – пов'язані з якістю молочної сировини та більшою придатністю молока для переробки та виробництва сиру.

Було досліджено наявну спермопродукцію бугаїв лебединської породи за генами бета- (CSN2) та капа-казеїну (CSN3). Матеріалом для дослідження була сперма плідників великої рогатої худоби лебединської породи. Визначення поліморфізму генів бета- та капа-казеїну проводили методом ПЛР-ПДРФ у лабораторії Інституту тваринництва НААН.

Аналіз генеалогічної структури довів, що 12 бугаїв-плідників належать до 8 ліній. З 12 плідників 5 – чистопородні лебединські, 7 – помісі зі швіцькою породою. Серед досліджених за комплексним генотипом (CSN2-(CSN3)) один бугай мав бажаний генотип A2A2BB, ще по одному бугаю мали генотипи A2A2AB; A1A2BB; A1A2AB; A1A1AA. П'ять бугаїв мають генотип A1A2AA, а два бугаї – A1A1AB.

У плідників лебединської породи відмічено високу частоту алельного варіанта A2 бета-казеїну (46 %), та B капа-казеїну (33 %). Для створення мікропопуляцій з бажаним комплексним генотипом A2A2/BB рекомендовані бугаї-плідники, у яких частота алелів бета-казеїну A2 та капа-казеїну B задовольняють вимоги.

Ключові слова: бугай-плідник, бета-казеїн, капа-казеїн, генотип, алель, частота гаплотипів.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Наслідком широкого застосування генофонду кращих світових порід на маточному поголів'ї вітчизняних тварин стало те, що окремі місцеві породи виявилися на межі зникнення. Унаслідок цього відбувається безповоротна втрата цінних генів, скорочення генетичного різноманіття, яке є основою подальшого покращення породних якостей худоби.

Проведення роботи зі збереження генетичних ресурсів тварин є необхідним для запобігання цим проблемам [1, 2].

Одним із методів використання та збереження генофонду локальних, малочисельних та аборигенних порід тварин є створення банків довготривалого зберігання біологічного матеріалу [3].

Певною мірою селекційний прогрес у тваринництві залежить від використання плід-

ників з високим генетичним потенціалом. У селекції великої рогатої худоби та збереженні локальних порід відкриваються значні перспективи завдяки методу штучного осіменіння тварин глибокозамороженою спермою [4].

Великий інтерес для науковців становлять перспективи використання цієї сперми на поголів'ї вітчизняної худоби та оцінювання бугаїв, генетичний матеріал яких зберігається. Результати попередніх досліджень щодо оцінювання сперми бугаїв лебединської породи [5, 6] свідчать, що за тривалого зберігання (понад 25 років) вона придатна до використання. Отже, перед науковцями стоїть завдання оцінити плідників за молекулярними маркерами, що асоціюються з якістю молока.

У другій половині XX століття в популяційних і еволюційних дослідженнях, а також у селекції дедалі ширше стали використовувати дані про біохімічний поліморфізм білків. Пізніше прогрес у біотехнології та молекулярній генетиці дав змогу залучати відомості про мінливість безпосередньо молекул ДНК. Це дало змогу виявити різноманітні алельні варіанти, тобто поліморфізм генів і генотипів штучних і природних популяцій. Найповніше у молекулярно-генетичному аспекті вивчено велику рогату худобу. Більшість відомих маркерів продуктивності виявлено саме у ВРХ. Ці маркери пов'язані з показниками молочної продуктивності. Серед безлічі генів, що впливають на молочну продуктивність і якість молока, можна виділити групу таких, які роблять найбільший внесок у формування молочної продуктивності. До таких генетичних маркерів належать гени капа-казеїну (CSN3), β -лактоглобуліну (BLG), пролактину (PRL) та інші [7–10]. Отже, одним із способів удосконалення якості молока, підвищення вмісту молочного жиру та білка є відбір тварин на основі молекулярних маркерів. Науковці повідомляють, що ДНК поліморфні маркери дають змогу визначити окремі генотипи у багатьох локусах і забезпечити інформацію про параметри популяції, такі як частоти алелів і генів. Крім того, їх можна використовувати як інструмент для вдосконалення добору тварин [11]. Це обумовлює використання у програмах розвитку скотарства досліджень поліморфізму генів білка молока [12].

У світі поступово зростає частка молока, яке використовують для виготовлення сиру, тому його здатність до зсідання стає актуальною для молочної галузі. Науковці стверджують про наявність генетичних чинників, що їх обумовлюють. Це сприяє включенню цих показників у селекційні програми розведення молочної худоби [13].

Сьогодні розвиток тваринництва України потребує впровадження нових методів та підходів, які базуються на безпосередньому аналізі спадкової інформації на рівні окремих генів чи їх груп. В основі цих методів лежить використання поліморфізму ДНК для виявлення її специфічних послідовностей. ДНК-діагностика (генна діагностика) дає змогу, з одного боку, управляти генетичною структурою популяції, з іншого – проводити аналіз генотипів тварин на рівні генів, які асоційовані з господарсько корисними ознаками. Такі локуси отримали назву локуси кількісних ознак, або QTL (Quantitative Trait Loci's) [15, 16]. Так, за номенклатурою молочні білки кодуються: 8 α s1-CN (A, B, C, D, E, F, G, H), 4 α s2-CN (A, B, C, D), 12 β -CN (A1, A2, A3, B, C, D, E, F, G, H1, H2, I), 11 κ -CN (A, B, C, E, F1, F2, G1, G2, H, I, J), 11 β -LG (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, W) і 3 α -LA (A, B, C) [14].

Упродовж останніх років бета-казеїн молока ретельно вивчається щодо його можливого впливу в деяких незаразних розладах. Науковці поділяють його на два типи – A1 і A2. Під час перетравлення молока A1 виробляється пептид бета-казоморфін-7 (BCM-7), який, як вважають, сприяє розвитку аутизму, шизофренії та інших неінфекційних захворювань. Екологічні дослідження, проведені у дев'ятнадцяти країнах (Великобританія, Фінляндія, Ірландія, Швеція, Данія, Франція, Німеччина, Ісландія, Норвегія, Австрія, Швейцарія, США, Японія, Ізраїль, Австралія, Нова Зеландія, Угорщина, Венесуела та Канада), виявили позитивний зв'язок між споживанням β -казеїну A1 та захворюваністю на цукровий діабет 1-го типу [17].

Частота алеля A2 у худоби різних порід суттєво різниться. Так, у гернзейської, швіцької, джерсейської, голштинської, айрширської та червоної данської вона становить 96–98 %, 66–70 %, 50–63 %, 44–53 %, 40–49 % та 23 % відповідно [17]. У Новій Зеландії наявність у молоці бета-казеїну A1, як небажаного варіанта, зумовила здійснення добору молочних корів, залежно від поліморфізму за цією ознакою. У програмах розведення як основний критерій було закладено використання бугаїв з генотипом A2A2. Нині популяція худоби цієї країни продукує молоко лише з варіантом A2 за бета-казеїном [18].

Гени молочного білка, особливо капа-казеїн (CSN3), є важливими чинниками якості та зсідання молока [18]. Капа-казеїн – єдина фракція основного білка молока, що містить амінокислоти цистеїн і метіонін, і становить приблизно 13 % казеїну молока. Виявлено одинадцять алелів, з яких найбільш поширеними є A, B і E [13]. Для успішної селекції за ознакою

сиропридатності використовують показник генотипу тварин за капа-казеїном. Найбільшою сиропридатністю вирізняється молоко тварин, що мають генотип ВВ (гомозиготні), меншою мірою – молоко корів, що мають генотипи АА і АВ. Молоко від корів з генотипом ВВ має достовірно вищий відсоток білка і здатність до утворення згустку [20, 21, 22].

Частота алелів капа-казеїну у худоби залежить від її породної належності. Варіант В переважає у симентальських тварин (69,6 %), тимчасом частота к-CN типу А є більшою у шведської червоно-рябої худоби (62,5 %) [23]. Корови джерсейської породи різнилися від корів червоної шведської та голштинів данської селекції високою частотою В-варіанта капа-казеїну та відсутністю алельного варіанта Е. У червоної шведської та голштинської порід варіант к-CN А був найбільш поширеним, тимчасом алель Е к-CN зустрічався частіше у червоної шведської, ніж у голштинської [24]. У тварин сірої української породи спостерігалася низька частота алеля В (0,337). Частоти генотипів АА та АВ становили 0,456 та 0,413 відповідно. Лише шість тварин виявилися носіями гомозиготного генотипу ВВ (0,13) [25].

Найбажанішим для виробництва молочних продуктів вважається комплексний генотип А2А2ВВ, що здатен забезпечити здоров'я людини і високі технологічні якості молока. Згідно з даними науковців, найбільша частота комплексного генотипу у корів голштинської породи характерна для А1А2АА – 36,4 %. Генотипи А1А2АВ та А2А2АА зустрічалися відповідно у 14,9 та 17,5 % поголів'я, а А1А2АВ – у 11,4 % [26]. Для червоної шведської комплексні генотипи β-к-CN суттєво впливали на співвідношення та концентрацію основних білків. Комплексний генотип А2А2/АА був найпоширенішим у тварин симентальської породи [23].

Мета дослідження – аналіз спермопродукції бугаїв лебединської породи за генами бета- (CSN2) та капа-казеїну (CSN3) для виявлення тварин з бажаним комплексним генотипом А2А2ВВ та вивчення можливостей щодо їх подальшого інтенсивного використання у базових генетичних стадах.

Матеріал і методи дослідження. Визначення поліморфізму гена бета- та капа-казеїну проводили методом ПЛР-ПДРФ в лабораторії Інституту тваринництва НААН. Для дослідження генів казеїнової фракції білка молока було використано біологічний матеріал (сперму) від плідників ВРХ (n=12) лебединської породи. Екстракцію ДНК проводили з використанням комерційного набору «ДНК-сорб В» (АмпліСенс, Росія).

Поліморфізм гена β-казеїну (CSN2) досліджували за використання алель-специфічної ПЛР (AS-PCR). Алельні варіанти локусу CSN2 обумовлені мутацією С/А (6 хромосома, 7 екзон), яка спричиняє заміну амінокислоти пролін (алель А2) на гістидин (алель А1).

Для AS-PCR використовували праймери [27]: GBhF 5'-CTTCCCTGGGCCCCATCCA-3'; IGBpF 5'-CTTCCCTGGGCCCCATCCC-3'; IGBR 5'-AGACTGGAGCAGAGGCAGAG-3'.

Розмір ампліфікаційного фрагмента становив 244 п.н.

Ампліфікацію досліджуваного локусу проводили за допомогою термоциклера «Amplify-4» (Биоком, Росія) за відповідною програмою: 1 цикл – денатурація 94 °С 5 хв; 5 циклів – денатурація 94 °С 30 с, випалювання 66 °С 30 с, елонгація 72 °С 30 с; 30 циклів – денатурація 94 °С 30 с, випалювання 64 °С 30 с, елонгація 72 °С 30 с; 1 цикл – фінальна елонгація 72 °С 5 хв. Об'єм реакційної суміші становив 10 μL, концентрація праймерів – 0,2 мкМ у кожному випадку.

Визначення генотипів тварин за геном капа-казеїну (локус CSN3) проводили з використанням ПЛР-ПДРФ.

Для ампліфікації локусу CSN3 (6 хромосома, 4 екзон) використовували праймери [28]: F: 5'-GAAATCCTACCATCAATACC-3'; R: 5'-CCATCTACCAGTTTAGAAG-3'.

Температура випалювання праймерів становила 54 °С. Довжина ампліфікаційного фрагмента – 273 п.н.

Для рестрикції CSN3 використовували ендонуклеазу HinfI (за інструкцією виробника, Thermo Scientific). У тварин з генотипом АА виявляють два сайти рестрикції та відповідно фрагменти довжиною 113, 91 і 49 п.н., генотип ВВ містить один сайт рестрикції та представлений фрагментами 224 і 49 п.н., тварини з гетерозиготним варіантом АВ мають фрагменти довжиною 224, 113, 91 і 49 п.н.

Електрофоретичне розділення фрагментів проводили з використанням агарозного гелю (3 %), візуалізацію проб – в ультрафіолетовому спектрі за використання етидіуму броміду (0,5 мкг/мл).

Статистичну обробку даних проводили на ПК за загальноприйнятою методикою із застосуванням програмного забезпечення MS Excel.

Результати дослідження та їх обговорення. Проведене генетичне дослідження спермопродукції 12 бугаїв лебединської породи за генами бета- (CSN2) та капа-казеїну (CSN3) мало за мету вивчення генетичних особливостей кожного з бугаїв та врахування можливостей використання їх спермопродукції у замов-

них паруваннях. Аналіз генеалогічної структури довів, що 12 бугаїв-плідників належать до 8 ліній. З 12 плідників 5 – чистопородні лебединські, 7 – помісі зі швіцькою породою. Лінія Балкона 1799 представлена найбільшою кількістю бугаїв – 4 бугаї, з яких два чистопородні лебединські, а два помісні. Лінія Елеганта 148551 містить двох помісних бугаїв. Інші 6 ліній мають одного представника. Серед досліджених за комплексним генотипом (CSN2-(CSN3) один бугай мав бажаний генотип A2A2BB – Фінал 1008. П'ятьом плідникам притаманний генотип A1A2AA, а двом – A1A1AB. Решта тварин мали генотипи A2A2AB – Зоркий 9902; A1A2BB –

Зайчик 17000; A1A2AB – Паром 2075; A1A1AA – Мурат 79. Слід зазначити, що плідник Фінал 1008, який має бажаний комплексний генотип, є помісним за швіцем. Зоркий 9902 (A2A2 за бета-казеїном) – чистопородний лебединський бугай (табл.1).

За даними молекулярно-генетичного аналізу визначено частоту генотипів бугаїв лебединської породи за генами бета- (CSN2) та капа-казеїнів (CSN3) (рис. 1).

Отже, частота бажаного комплексного генотипу A2A2BB серед досліджених тварин становила 8,2 %; генотипу A2A2AB – 8,2 %; A1A2BB – 8,2 %.

Таблиця 1 – Характеристика бугаїв лебединської породи ТОВ «Сумський селекційний центр» за генами бета- (CSN2) та капа-казеїну (CSN3)

Бугай		Батько	Генотипи		Лінія	Умовна кровність*
Інд. №	кличка		CSN2	CSN3		
1008	Фінал	Балеро 5588	A2A2	BB	Елеганта 148551	Л40,6Ш59,4
79	Мурат		A1A1	AA		Л12,5Ш87,5
2075	Паром	Запад 9161	A1A2	AB	Мінуса 370	Л75Ш25
5002	Рогіз	Кобчик 9857	A1A2	AA	Бравого 1510	Л75Ш25
5296	Качур	Лідер 7595	A1A2	AA	Лака 964	Л100
9902	Зоркий	Лазер 5273	A2A2	AB	Макета 4307	Л100
7933	Дикий	Кумир 87/87	A1A1	AB	Балкона 1799	Л100
12273	Карий	Лютий 9823	A1A2	AA		Л100
17000	Зайчик	Каштан 91/14	A1A2	BB		Л75Ш25
17035	Чистий	Граніт 9954	A1A2	AA		Л62,5Ш37,5
17505	Залп	Барвінок 1519	A1A1	AB	Сюпріма 124652	Л75Ш25
102	Буйний	Упрямий 9914	A1A2	AA	Чуткого 4281	Л100

Примітка: * Л – лебединська порода; Ш – швіцька порода.

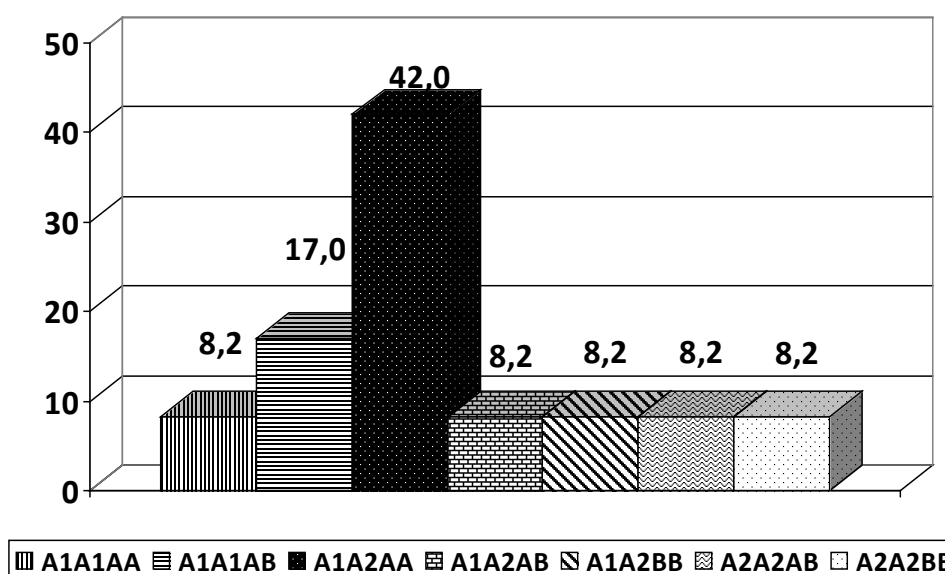


Рис. 1. Частота розподілу генотипів бугаїв лебединської породи за генами бета- (CSN2) та капа-казеїну (CSN3), %.

Науковий інтерес становить вивчення частоти окремих алелів генів бета- та капа-казеїну. Встановлено, що частота бажаного алеля бета-казеїну A2 у дослідних тварин лебединської породи становить 46 %, а капа-казеїну В – 33 %. З'ясовано, що у чистопородних лебединських бугаїв частота алельного варіанта A2 за бета-казеїном була вищою, порівнюючи з помісними за швіцькою породою тваринами. Водночас за частотою алеля В капа-казеїну помісні бугаї суттєво переважали чистопородних (рис. 2).

Отримані дані можна пояснити тим, що селекційна робота з лебединською породою проводилась у напрямі підвищення сиропридатності молока завдяки використанню бугаїв швіцької породи, оцінених за генотипом капа-казеїну. Бета-казеїн фігурує в показниках оцінки бугаїв лише впродовж останніх десяти років. За повідомленнями багатьох дослідників, саме локальним породам, до якої належить і лебединська, притаманний генотип A2A2 за бета-казеїном. Цим можна пояснити вищу частоту алельного варіанта A2 у лебединів.

У подальших дослідженнях проаналізовано всі комбінації між CSN2 CSN3 та ідентифіковано 4 гаплотипи CSN2-CSN3 (табл. 2).

Таблиця 2 – Частота гаплотипів за бета- та капа-казеїном

Гаплотип CSN2/CSN3	Частота, %
A1/A	39,5
A1/B	14,6
A2/A	27,1
A2/B	18,8

Частоти гаплотипів розраховували як середньозважене значення їх імовірностей. Серед оцінених бугаїв лебединської породи найчастіше зустрічався гаплотип A1/A (39,5 %). Гаплотипи, що несуть алель CSN2 A2 мали достатню частоту і становили майже 46 %, а ті, що несуть алель CSN3 В, – 33,4 %.

Результати досліджень комплексних генотипів бугаїв лебединської породи, сперма яких зберігається в банку генетичних ресурсів тварин Інституту розведення і генетики тварин ім. М.В. Зубця НААН, дають підставу стверджувати, що тваринам лебединської породи характерні високі частоти бажаних генотипів за бета- та капа-казеїном. Відомо, що лебединська порода створена за участі швіцької, яку і надалі періодично використовували для її покращення. Отже, доцільно було б порівняти результати досліджень науковців, що вивчали генотипи тварин швіцької породи, з отриманими нами результатами. Оскільки досліджень з виявлення комплексних генотипів у швіців у доступних джерелах не виявлено, порівняли наші дані з результатами оцінювання тварин голштинської породи. За результатами досліджень Vallas et al. [27] встановлено, що у тварин голштинської породи частіше (23 %) зустрічається комплексний генотип A1A2AA, тимчасом бажаний генотип A2A2BB спостерігався лише у 0,1 %, що значно нижче, порівнюючи з отриманими даними для лебединської породи.

За результатами оцінювання можливих гаплотипів за бета- та капа-казеїном чотирьох молочних порід S. Meier [30] встановлено, що тваринам швіцької породи характерна перевага гаплотипу A2B (56,9 %), симентальської поро-

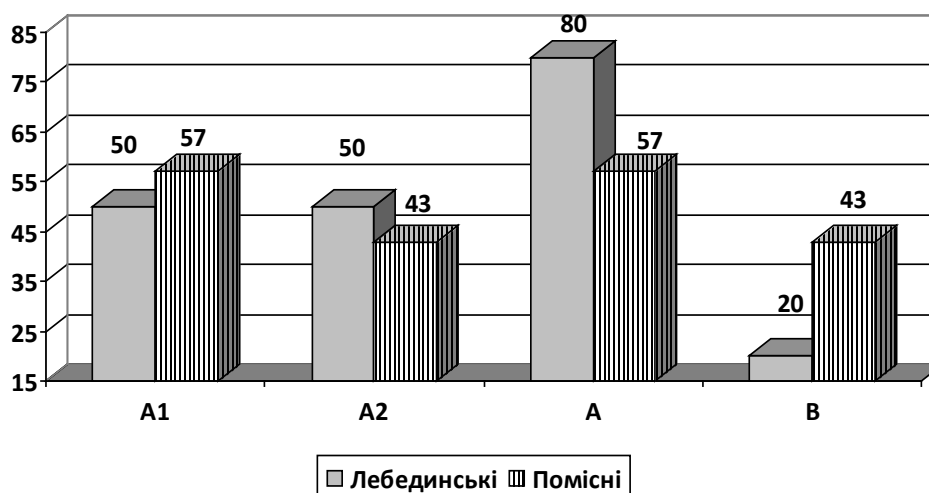


Рис. 2. Частота алелей генів бета- та капа-казеїну у бугаїв лебединської породи, %

ди – А2А (49,5 %), джерсейської – А2В (60,7 %), голштинської – А2А (53,3 %). Е. Яков [29] наводить дані, що молочний худобі в Швейцарії притаманна перевага наступних гаплотипів за досліджуваними ознаками: симентальській – А2А (28 %), голштинській – А2А (47 %), швіцькій – А2В (41 %). Ці результати не збігаються з отриманими нами. Імовірно, це пов'язано з відсутністю цілеспрямованої селекційної роботи з великою рогатою худобою за генотипами бета- та капа-казеїну в цій країні.

Висновки. 1. У плідників лебединської породи зафіксовано досить високу частоту алельного варіанта А2 локусу бета-казеїну (46 %), що дає змогу проводити подальшу селекцію зі створення мікропопуляцій з бажаним генотипом А2А2.

2. Виявлено дещо нижчу частоту алельного варіанта В локусу капа-казеїну (33 %), що також дає змогу проводити селекцію з покращення показників сиропридатності.

3. Встановлено, що більшою частотою алеля бета-казеїну А2 характеризувалися чистопородні бугаї лебединської породи, алеля капа-казеїну В – помісні зі швіцькою породою бугаї-плідники, що зумовлено особливістю селекційної роботи з лебединською породою.

4. Бажаним генотипом А2А2/ВВ характеризувався бугай Фінал 1008, якого рекомендовано для використання з метою створення мікропопуляцій худоби з унікальними продуктивними властивостями. З цією метою на маточному поголів'ї тварин лебединської породи можуть бути використані плідники Зоркий 9902 (А2А2/АВ), Зайчик 17000 (А1А2/ВВ) та Паром 2075 (А1А2/АВ). Інші бугаї можуть бути використані лише для покращення окремих характеристик (бета- або капа-казеїну).

5. Бугай Мурат 70 (А1А1/АА) не рекомендується для використання на маточному поголів'ї лебединської породи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Бондарчук Л. В. Качество спермопродукции быков-производителей бурых пород Сумской области. Генетика и разведение животных. 2014. Вып. 4. С. 54–55.
- Баранов А. В. Проблемы сохранения биоразнообразия в животноводстве. Достижения науки и техники АПК. 2011. Вып. 9. С. 21–22.
- Яремчук І. М., Шаран М. М. Сучасні можливості аналізу якості сперми і розрахунку спермо доз. Біологія тварин. 2012. Т.14, № 1–2. С. 697–703.
- Компьютерная технология оценки семени животных / Иолчиев Б. С. та ін. Достижения науки и техники АПК. 2011. Вып. 9. С. 46–48.
- Лади́ка В. І., Скля́ренко Ю. І., Павле́нко Ю. М. Оцінка якості сперми бугаїв-плідників у контексті збереження популяції лебединської породи. НТБ Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок Інституту біології тварин. Львів, 2018. Вип. 19. № 2. С. 257–267.
- Лади́ка В. І., Скля́ренко Ю. І., Павле́нко Ю. М., Щербак О. В. Аналіз кріоконсервованої сперми плідників лебединської породи та оригінальної бурої худоби Німеччини. Розведення і генетика тварин. 2019. Вип. 58. С. 95–100.
- Супрович Т. М., Мохначова Н. Б. Поліморфізм генів господарсько-корисних ознак сірої української породи великої рогатої худоби. Біологія тварин. 2017. Вип. 2. Т. 19. № 1. С. 111–118.
- Nomenclature of the Proteins of Cows' Milk – Sixth Revision / Farrell H. M. et al. J. Dairy Sci. 2004. Vol. 87. pp.1641–1674.
- Дроздов Е. В. Поліморфізм генів, пов'язаних з молочною продуктивністю крупного рогатого скота автореф. дис. ... к-та б. наук : спец. 03.02.07. Санкт-Петербург – Пушкин, 2013 г. 24 с.
- Хабибрахманов Я. А. Поліморфізм генів молочних білків і гормонів крупного рогатого скота: автореф. дис. ... к-та б. наук : спец. 06.02.01. Всероссийский научно – исследовательский институт племенного дела. Лесные Поляны Московской области, 2009 г. 22с.
- Association of HindIII-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle / Miluchová M. et al. Acta Biochimica Polonica, 2018. Vol. 65. No.3. P. 403–407. Doi: https://doi.org/10.18388/abp.2017_2313
- Potential influence of κ-casein and β-lactoglobulin genes in genetic association studies of milk quality traits / Zepeda-Batista J.L. et al. Asian-Australas J Anim Sci. 2017. Vol. 30. No. 12. P. 1684–1688. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0481>
- Short communication: Effects of β-lactoglobulin, stearoyl-coenzyme A desaturase 1, and sterol regulatory element binding protein gene allelic variants on milk production, composition, acidity, and coagulation properties of Brown Swiss cows / Cecchinato A. et al. J. Dairy Sci. 2011. Vol. 95. P. 450–454. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4581>
- Копилов К.В. Поліморфізм генів, асоційованих з господарсько корисними ознаками (QTL) у різних порід великої рогатої худоби. Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2010. Т. 8. № 2. С. 223–228.
- Anggraenia A., Sumantrib C., Farajallahc A., Andreasd E. Kappa-Casein Genotypic Frequencies in Holstein-Friesian Dairy. Media Peternakan. 2010. Vol. 33. No. 2. P. 61–67.
- Caroli A. M., Chessa S., Erhardt G. J. 'Invited review: Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition' Journal of Dairy Science. 2009. Vol 92. P. 5335–5352. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2461>
- Parashar A., Saini R. K. A1 milk and its controversy-a review. International Journal of Bioassays. 2015. Vol. 4. № 12. P. 4611-4619.
- Evaluation of bovine beta casein polymorphism in two dairy farms located in northern Italy / Massella E. et al. Italian Journal of Food Safety. 2017. Vol. 6. P. 131–133.
- Joint effects of CSN3 and LGB genes on milk quality and coagulation properties in Czech Fleckvieh / A. Matějček

et al. Czech J. Anim. Sci. 2008 Vol. 53 (6). P. 246–252.

20. Ганган В. И. Комплексная оценка молока коров симментальской породы различных генотипов: автореф. дис. ... к-та с.-х. наук : спец. 06.02.10. Ставропольская государственная сельскохозяйственная академия. Ставрополь 2013 г., 22 с.

21. Milk protein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis / Nicolò Amalfitano et al. J. Dairy Sci. 2018. Vol. 102. P. 2903–2917. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15524>

22. Mustafa L. Y., Riyadh H. Effect of mutation site of k-casein gene on protein quantity, composition, and other milk constituents in Holstein cows. J. Pharm. Sci. 2019. Vol. 11(2). P. 398–401.

23. Comparison of milk protein composition and rennet coagulation properties in native Swedish dairy cow breeds and high-yielding Swedish Red cows / Poulsen N. A. et al. J. Dairy Sci. 2017. Vol. 100. P. 8722–8734. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12920>.

24. Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows / Gustavsson F. Et al. J. Dairy Sci. 2013. Vol. 97. P. 3866–3877. Doi: <http://doi.org/10.3168/jds.2013-7312>

25. Супрович Т. М., Мохначова Н. Б. Поліморфізм генів господарсько-корисних ознак сірої української породи великої рогатої худоби. Біологія тварин. 2017. Т. 19. № 1. С. 111–118.

26. Molee A., Poompramun C., Mernkrathoke P. Effect of casein genes - beta-LGB, DGAT1, GH, and LHR - on milk production and milk composition traits in crossbred Holsteins. Genetics and Molecular Research. 2015. Vol. 14 (1). P. 2561–2571.

27. Composite β -k-casein genotypes and their effect on composition and coagulation of milk from Estonian Holstein cows / Vallas M. et al. J. Dairy Sci. 2012. Vol. 95. p. 6760–6769. Doi: <http://doi.org/10.3168/jds.2012-5495>

28. Status of β -casein (CSN2) Polymorphism in Frieswal (HF X Sahiwal Crossbred) Cattle / Ganguly I. et al. International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research. 2013. Vol. 4. № 3. P. 249–256.

29. Копилов К.В., Бірюкова О.Д. Характеристика тварин української чорно – рябої молочної породи за поліморфізмом генів (qtl). Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Їжицького. 2010. Т. 12. № 2(3). С. 98–102.

30. Meier S., Korkuć P., Arends D., Gudrun A. Brockmann DNA Sequence Variants and Protein Haplotypes of Casein Genes in German Black Pied Cattle (DSN). Livestock Genomics. 2019. Vol. 10. Doi: <http://doi.org/10.3389/fgene.2019.01129>

31. Jakob E. Ist A2-Milch wirklich gesünder? Gränichen, 2018. 21 p.

REFERENCES

1. Bondarchuk, L.V. (2014). Kachestvo spermoproduktsii byikov-proizvoditeley buryih porod Sumskoy oblasti [The quality of sperm production of brown bulls of brown breeds of Sumy region]. Genetika i razvedenie zhivotnykh [Genetics and animal breeding]. Issue 4, pp. 54–55.

2. Baranov, A.V. (2011). Problemyi sohraneniya bioraznobraziya v zhivotnovodstve [Problems of biodiversity conservation in livestock]. Dostizheniya nauki i tehniki APK [Achievements of science and technology of agriculture]. Issue 9, pp. 21–22.

3. Yaremchuk, I. M. (2012). Suchasni mozhlivosti analizu yakosti spermi i rozrahunku spermodoz [Modern ability to analyze the quality of sperm and the calculation of spermodosis]. Biologiya tvarin [Animal biology]. Vol. 14, pp. 697–703.

4. Iolchiev, B.S., Bagirov, V.A., Klenovickij, P.M., Kononov, V.P., Nasibov, Sh.N., Voevodin, V.A. (2011). Kompyuternaya tehnologiya otsenki semeni zhivotnykh [Computer technology assessment of animal seed]. Dostizheniya nauki i tehniki APK [Achievements of science and technology of agriculture]. Issue 9, pp. 46–48.

5. Ladyka, V. I., Skliarenko, Yu. I., Pavlenko, Yu. M. (2018). Otsinka yakosti spermy buhaiv-plidnykh u konteksti zberezhenia populatsii lebedynskoi porody [Assessment of sperm quality of breeding bulls in the context of conservation of the Lebedyn breed]. NTB Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok Instytutu biolohii tvaryn [NTB of the State Research Control Institute of Veterinary Drugs and Feed Additives of the Institute of Animal Biology]. Issue 19, no. 2, pp. 257–267.

6. Ladyka, V. I., Skliarenko, Yu. I., Pavlenko, Yu. M., Shcherbak O. V. (2019). Analiz kriokonservovanoi spermy plidnykh lebedynskoi porody ta oryhalnoi buroi khudoby Nimechchyny [Analysis of cryopreserved sperm of breeders of Lebedyn breed and original brown cattle of Germany]. Rozvedennia i henetyka tvaryn [Breeding and genetics of animals]. Issue 58. pp. 95–100.

7. Suprovych, T. M. Mokhnachova, N. B. (2017). Polimorfizm heniv hospodarsko-korysnykh oznak siroi ukrainskoi porody velykoi rohatoi khudoby [Polymorphism of genes of economic and useful traits of the gray Ukrainian breed of cattle]. Biologiya tvarin [Animal biology]. Issue 2, Vol. 19, pp. 111–118.

8. Farrell, H. M., Jimenez-Flores, Jr. R., Bleck, G. T., Brown, E. M., Butler, J. E. Creamer, L. K., Hicks, C. L., Hollar, C. M., Ng-Kwai-Hang, K. F., Swaisgood, H. E. (2004). Nomenclature of the Proteins of Cows' Milk – Sixth Revision. J. Dairy Sci. Vol. 87, pp.1641–1674.

9. Drozdov, E. V. (2013). Polimorfizm genov, svyazannykh s molochnoj produktivnost'yu krupnogo rogatogo skota. Avtoref. dis. k-ta b. nauk [Polymorphism of genes associated with milk production in cattle. Af. biol. sci.]. Petersburg - Pushkin, 24 p.

10. Habibrahmanov, Y. A. (2009). Polimorfizm genov molochnykh belkov i gormonov krupnogo rogatogo skota Avtoref. dis. k-ta b. nauk [Polymorphism of genes of milk proteins and hormones of cattle. Af. biol. sci.]. Lesnye Polyany Moskovskoy oblasti [Forest Glades of the Moscow Region]. 22 p.

11. Miluchová, M., Gábor, M., Candrák, J., Trakovická, A., Candráková, K. (2018) Association of HindIII-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle. Acta Biochimica Polonica. Vol. 65, no. 3, pp. 403–407.

12. Zepeda-Batista, J.L., Saavedra-Jiménez, L.A., Agustín Ruiz-Flores, Núñez-Domínguez R., Rodolfo Ramírez-Valverde, L.A. (2017). Potential influence of κ -casein and β -lactoglobulin genes in genetic association studies of milk quality traits. *Asian-Australas J Anim Sci*. Vol. 30, no. 12, pp. 1684–1688.
 13. Cecchinato, A., Ribeca, C. Maurmayr, A., Penasa, M. De Marchi, M., Macciotta N., Mele, M., Secchiari, P., Pagnacco, G., Bittante, G. (2011). Short communication: Effects of β -lactoglobulin, stearoyl-coenzyme A desaturase 1, and sterol regulatory element binding protein gene allelic variants on milk production, composition, acidity, and coagulation properties of Brown Swiss cows, *J. Dairy Sci*. Vol. 95, pp. 450–454.
 14. Kopylov, K.V. (2010). Polimorfizm heniv, asotsiovanykh z hospodarsko korysnymy oznakamy (QTL) u riznykh porid velykoi rohatoi khudoby [Polymorphism of genes associated with economically useful traits (QTL) in different breeds of cattle] *Visnyk Ukrainskoho tovarystva henetykiv i selektsioneriv* [Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders]. Vol. 8, no. 2, pp. 223–228.
 15. Anggraenia, A., Sumantrib, C., Farajallah, A., Andreas, E. (2010). Kappa-Casein Genotypic Frequencies in Holstein-Friesian Dairy. *Media Peternakan*. Vol. 33, no. 2, pp. 61–67.
 16. Caroli, A. M., Chessa, S., Erhardt, G. J. (2009). Invited review: Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. *Journal of Dairy Science*. Vol. 92, pp. 5335–5352.
 17. Parashar, A., Saini, R. K. (2015). A1 milk and its controversy-a review, *International Journal of Bioassays*. Vol. 4, no. 12, pp. 4611–4619.
 18. Massella, E., Piva, S. Giacometti, F. Liuzzo, G., Zambrini, A. V., Serrano A. (2017). Evaluation of bovine beta casein polymorphism in two dairy farms located in northern Italy. *Italian Journal of Food Safety*. Vol. 6, pp. 131–133.
 19. Matějček, A., Matějčková, J., Štípková, M., Hanuš, O., Genčurová, V., Kyseľová, J., Němcová, E., Kott, T., Šefrová, J., Krejčová, M., Melčová, S., Hölzelová, I., Bouška, J., Frelich J., (2008). Joint effects of CSN3 and LGB genes on milk quality and coagulation properties in Czech Fleckvieh. *Czech J. Anim. Sci*. Vol. 53(6), pp. 246–252.
 20. Gangan, V. I. (2013). Kompleksnaya ocenka moloka korov simmental'skoj porody razlichnykh genotipov Avtoref. dis. k-ta s.h. nauk [Comprehensive assessment of milk of Simmental cows of various genotypes. *Af. Agricul. sci.*] Stavropol, 23 p.
 21. Amalfitano, N., Cipolat-Gotet, C., Cecchinato, A., Malacarne, M., Summer, A., Bittante, G. (2018). Milk protein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis. *J. Dairy Sci*. Vol. 102, pp. 2903–2917.
 22. Lateef Yaser, M., Hamad Senkal, R. (2019). Effect of mutation site of κ -casein gene on protein quantity, composition, and other milk constituents in Holstein cows Mustafa Lateef Yaser et al. *J. Pharm. Sci. & Res*. Vol. 11(2), pp. 398–401.
 23. Poulsen, N., Glantz, M., Rosengaard, A., Paulsson, M., Larsen, L. (2017). Comparison of milk protein composition and rennet coagulation properties in native Swedish dairy cow breeds and high-yielding Swedish Red cows. *J. Dairy Sci*. Vol. 100, pp. 8722–8734.
 24. Gustavsson, F., Buitenhuis, A. J., Johansson, M., Bertelsen, H. P., Glantz, M., Poulsen, N. A. (2013). Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows. *J. Dairy Sci*. Vol. 97, pp. 3866–3877.
 25. Suprovych, T. M., Mokhnachova, N. B. (2017). Polimorfizm heniv hospodarsko-korysnykh oznak siroi ukrainskoi porody velykoi rohatoi khudoby [Polymorphism of genes of economic and useful traits of the gray Ukrainian breed of cattle]. *Biologiya tvaryn* [Animal biology]. Vol. 19, no. 1, pp. 111–118.
 26. Molee, A., Poompramun, C., Mernkrathoke, P. (2015). Effect of casein genes - beta-LGB, DGAT1, GH, and LHR - on milk production and milk composition traits in crossbred Holsteins. *Genetics and Molecular Research*. Vol. 14 (1), pp. 2561–2571.
 27. Vallas, M., Kaart, T., Värvi, S., Jõudu, I., Viinalass, H., Pärna, E. (2012). Composite β - κ -casein genotypes and their effect on composition and coagulation of milk from Estonian Holstein cows. *J. Dairy Sci*. Vol. 95, pp. 6760–6769.
 28. Ganguly, I., Sushil, K., Gaur, G., Singh, U., Arun, K., Sunil, K., Sandeep, M., Sharma, A. (2013). Status of β -casein (CSN2) Polymorphism in Frieswal (HF X Sahiwal Crossbred) Cattle. *International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research*. Vol. 4, no. 3, pp. 249–256.
 29. Kopylov K.V., Biriukova O.D. (2010) Kharakterystyka tvaryn ukrainskoi chorno – riaboi molochnoi porody za polimorfizmom heniv (qtl) [Characteristics of animals of Ukrainian black - spotted dairy breed by gene polymorphism (qtl)]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarnoi medytsyny ta biotekhnologii im. Gzhytskoho* [Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology]. Vol. 12, no. 2(3), pp. 98–102.
 30. Meier, S., Korkuć, P., Arends, D., Gudrun, A. (2019). Brockmann DNA Sequence Variants and Protein Haplotypes of Casein Genes in German Black Pied Cattle (DSN). *Livestock Genomics*. Vol. 10.
 31. Jakob, E. (2018). Ist A2-Milch wirklich gesünder? *Gränichen*. 21 p.
- Характеристика генетической структуры производителей лебединской породы по генам бета- (CSN2) и каппа-казеина (CSN3)**
- Ладыка В.И., Скляренко Ю.И., Павленко Ю. Н.**
- Сохранение генетических ресурсов в животноводстве является необходимостью, которая определена возможностями и реальностью разнообразия генофонда, имеющегося в стране, что обуславливает продуктивные и адаптивные возможности отдельных пород крупного рогатого скота. Аборигенные породы являются носителями уникальных генов и генных комплексов, восстановить которые при их исчезновении невозможно. Маркер-зависимая селекция является одним из актуальных направлений совершенствования крупного рогатого скота молочного направления продуктивности. Она позволяет вести отбор и подбор родительских форм на генном уровне. Актуальным вопросом в селекции молочного скота сегодня является изучение взаимосвязи между наследственными факторами, которые обуславливают типы белков в молоке. Генетические варианты бета-казеина существенно влияют на здоровье человека, каппа-казеина – связаны с качеством молочного сырья и большей пригодностью молока для переработки и производства сыра.

Было изучено имеющуюся спермопродукцию быков лебединской породы по генам бета- (CSN2) и каппа-казеина (CSN3). Материалом для исследований была сперма производителей крупного рогатого скота лебединской породы. Определение полиморфизма генов бета- и каппа-казеина проводили методом ПЦР-ПДРФ в лаборатории Института животноводства НААН.

Анализ генеалогической структуры доказал, что 12 быков-производителей отнесены к 8 линиям. Из 12 производителей 5 – чистопородные лебединские, 7 – помеси с швицкой породой. Среди исследованных по комплексному генотипу (CSN2- (CSN3) один бык имел желаемый генотип A2A2BB, еще по одному быку выявлены генотипы A2A2AB; A1A2BB; A1A2AB; A1A1AA. Пять быков имеют генотип A1A2AA, а два быка – A1A1AB.

У быков лебединской породы отмечена высокая частота аллелей A2 бета-казеина (46 %) и B каппа-казеина (33 %). Для создания микропопуляций с желаемым комплексным генотипом A2A2 / BB рекомендованы быки-производители, у которых частота аллелей бета-казеина A2 и каппа-казеина B удовлетворяют требованиям.

Ключевые слова: бык-производитель, бета-казеин, каппа-казеин, генотип, аллель, частота гаплотипов.

Characteristics of the genetic structure of bulls of lebedinian breed by Beta (CSN2) - and Capa Casein genes (CSN3)

Ladyka V., Sklyarenko Y., Pavlenko Y.

The Conservation of genetic resources in animal husbandry is a necessity arising from the possibilities and reality of the diversity of the gene pool available in the country, which determines the productive and adaptive capabilities of individual breeds of cattle. Aboriginal

breeds are carriers of unique genes and gene complexes, which cannot be restored if they disappear. Marker-assisted selection is one of the current areas of improvement of dairy cattle productivity. It allows the selection of parental forms at the genetic level. An important issue in the selection of dairy cattle today is the study of the relationship between hereditary factors that determine the types of proteins in milk. Genetic variants of beta-casein significantly affect on human health, kappa-casein is associated with the quality of raw milk and cheese making properties.

The aim of the research was to study the available sperm production of Lebedinian bulls by beta- (CSN2) and kappa-casein (CSN3) genes. The material for research was the sperm of bulls of Lebedinian breed cattle. Determination of beta- and kappa-casein gene polymorphism was performed by PCR-RFLP method in the laboratory of the Institute of Animal Husbandry of NAAS.

Analysis of the genealogical structure showed that 12 bulls-producers belong to 8 lines. Of the 12 bulls, 5 are purebred Lebedinian, 7 are crossbreeds with the swiss breed. Among those studied for the complex genotype (CSN2- (CSN3), one bull had the desired genotype A2A2BB, another bulls had genotypes A2A2AB; A1A2BB; A1A2AB; A1A1AA. Five bulls have the A1A2AA genotype and two bulls have the A1A1AB genotype.

The high frequency of the A2 allele of beta-casein (46%) and the B allele of kappa-casein (33%) was observed in sires of Lebedinian breed. To create micropopulations with the desired complex A2A2 / BB genotype, sires are recommended in which the frequency of alleles of beta-casein A2 and kappa-casein B satisfies the requirements.

Key words: sire, beta-casein, kappa-casein, genotype, allele, frequency, haploid.



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

Ладика В.І.
Складенко Ю.І.
Павленко Ю.М.

ID: <https://orcid.org/0000-0001-6748-7616>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-6579-2382>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-4128-122X>



ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 638.13:633.853.49

Вплив температурних параметрів і тривалості цвітіння ріпаку озимого на продуктивність бджолиних сімей**Разанов С.Ф.¹, Недашківський В.М.², Вергеліс В.І.¹**¹ Вінницький національний аграрний університет² Білоцерківський національний аграрний університет

Разанов С.Ф., Недашківський В.М., Вергеліс В.І. Вплив температурних параметрів і тривалості цвітіння ріпаку озимого на продуктивність бджолиних сімей. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 97–102.

Razanov S.F., Nedashkivskyj V.M., Vergelis V.I. Vplyv temperaturnykh parametrov i tryvalosti cvitinnja ripaku ozymogo na produktyvnist' bdzholynyh simej. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytva i pererobky produkciï tvarynnytva», 2020. № 2. PP. 97–102.

Рукопис отримано: 15.10.2020р.

Прийнято: 30.10.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-97-102

Досліджено виробництво бджолиними сім'ями меду та обніжжя за різних температур і тривалості періодів цвітіння ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу. Встановлено вплив температури зовнішнього середовища та тривалості періоду цвітіння ріпаку озимого на виробництво товарного меду та бджолиного обніжжя (пилку).

Потреба бджолиних сімей у кормі та рівень нектаропродуктивних рослин в радіусі досягнення їх бджолами сприяє демографічному переміщенню цих комах на планеті.

Завдяки цілющим та високопоживним властивостям продуктів переробки бджолами нектару та квіткового пилку широкого й постійно зростаючого використання набувають мед, перга, маточне молочко та інші продукти бджільництва, що потребують більш потужної медоносної бази та підвищення її продуктивності. Отже, нектар і квітковий пилок рослин є важливими складовими в існуванні медоносної бджоли та її еволюційному розвитку.

Останнє століття однією із найважливіших екологічних проблем планети є глобальне потепління, наслідками якого є зміни кліматичних умов. Найбільш уразливим до зміни клімату виявилось сільське господарство, зокрема рослинництво.

Незначне зниження запасів нектару і квітового пилку рослин у природі істотно позначається на існуванні медоносної бджоли. Насамперед знижується їх розвиток і продуктивність, спостерігається підвищення рівня захворюваності та зниження ефективності ведення галузі загалом. Відомі факти зльоту бджолиних сімей та переміщення їх з низькопродуктивних нектаропилконосних угідь на більш продуктивні.

За зниження температури повітря порівняно з оптимальними +22 °С впродовж цвітіння ріпаку озимого, незалежно від тривалості перебування його в цій фазі, спостерігалось зниження виробництва меду від 23,8 до 76,2 % та бджолиного обніжжя – від 33,3 до 55,5 %.

Ключові слова: бджолині сім'ї, ріпак озимий, мед, бджолине обніжжя, температура цвітіння.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Нектаропилконосні рослини мають важливе значення в існуванні комах, зокрема медоносних бджіл.

Нектар і квітковий пилок рослин є джерелом поживних речовин бджолиних сімей. Бджоли постійно перебувають у тандемі з рослинами, забезпечуючи їх запилення і збереження в рослинному світі, одержуючи таким чином необхідні для існування поживні речовини [1].

Люди здавна широко використовували мед і віск. Ще за часів скіфської епохи греки вивозили ці продукти із північного Причорномор'я у великій кількості.

Як харчовий продукт мед використовували здавна, що засвідчується наскельним малюнком епохи палеоліту, виявленим у Валенсії (Іспанія). Попит на мед не лише зберігся, а й значно зріс. Широкого застосування мед і віск набувають за потреби дешевих природних

харчових та лікувальних продуктів з високим вмістом біологічно активних речовин.

Застосування меду в медицині зумовлено вмістом у ньому біокатализаторів та біоелементів.

Останнім часом зростає попит на ринку збуту на органічний мед, який характеризується високою якістю без вмісту речовин, не власних його природному складу.

Бджоли виробляють мед із нектару, який є продукцією медоносних рослин, що виділяється їх нектарниками. Нектар виділяють майже тисяча видів рослин, об'єднаних під загальною назвою – нектароносні. До його складу входять багато цукрів, вітамінів, мінеральних та інших речовин [9].

Народна медицина багатьох країн світу визнає позитивний вплив вживання меду на стан нервової системи. Стародавні римляни, індійці, китайці, греки вживали мед для покращення сну. Глюкоза і фруктоза, що входять до його складу, поліпшують живлення клітин, беруть участь у знешкодженні отрути у разі потрапляння її в організм людини та в окисних процесах, унаслідок чого забезпечується спокійний сон. Така дія цукрів підсилюється вітамінами і мінеральними речовинами меду. Зокрема натрій і калій сприяють нормалізації функції нервової системи [6].

Завдяки вітамінному, ферментному, білковому, мінеральному та вуглеводному складові мед за регулярного його споживання розширює судини серцевого м'яза, підсилює приток кисню до тканин і активує обмінні процеси в клітинах. Відомо, що вітаміни меду, зокрема кальцій і фосфор, мають велике значення для лікування гострих і хронічних запалень нирок [10, 14].

Потужним джерелом забезпечення бджіл вуглеводним та білковим кормом є сільськогосподарські медоноси, серед яких вагома частка припадає на ріпак озимий. Ця культура в бджільництві має важливе значення, забезпечуючи по завершенні весняного періоду бджіл нектаром і квітковим пилом, який використовується переважно для нарощування сили бджолиних сімей до літнього періоду. В окремих випадках ріпак озимий створює умови для виробництва товарної продукції, зокрема меду та бджолиного обніжжя [15].

Запас меду з 1 га озимого ріпаку коливається від 50 до 120 кг. Ця культура належить до родини хрестоцвітних, цвіте в третій декаді квітня та в першій, інколи – в другій декаді травня. Для ефективного запилення ріпаку озимого необхідно на 1 га 2 бджолині сім'ї [12].

Ріпак озимий – однорічна озима або яра рослина висотою до 120 см. Стебло пряме, кругле,

гіллясте, покрите сизо-зеленим або сизо-фіолетовим нальотом. Листки нижні – черешкові, ліроподібно-роздільні, середні – довгасто-списоподібні, верхні – видовжено-ланцетоподібні, в основі охоплюють стебло. Квітки жовті, зібрані у рідкі китицеподібні суцвіття. Плід – стручок [17].

Зазначений вид культивується на всій території України.

Ріпак озимий є добрим весняним медоносом, з якого бджоли збирають нектар та пилок. За теплої погоди вони активно відвідують його квітки і за добу можуть принести у вулик до 4 кг меду. Одна квітка за добу виділяє приблизно 0,7 мг цукру в нектарі [8,2].

Відомо, що на нектаропилконосну продуктивність рослин впливає тривалість їх цвітіння, яка зі свого боку залежить від природно-кліматичних чинників навколишнього середовища. Так, у першу половину цвітіння, зазвичай, рослини виділяють більшу кількість нектару, порівнюючи з другою. Тривалість цвітіння ріпаку озимого за різних джерел повідомлень становить від 25 до 35 діб [3,5].

Сучасні природно-кліматичні умови навколишнього середовища не завжди характеризуються сприятливими для росту і розвитку рослин. Зокрема, підвищення температури повітря під час вегетації до 37 °C з інколи різким перепадом до 10–12 °C, з низькою кількістю та нерівномірністю опадів упродовж літнього та зимового періодів, а також тривалі відлиги впродовж зими за підвищення температури повітря до +10 °C, інколи до +13 °C.

Якщо в минулому зміни клімату були природними за своєю суттю, то в останні 50 років потепління більшою мірою зумовлене діяльністю людини. Антропогенні чинники зумовлюють кліматичні зміни, спричиняючи зміну концентрації в атмосфері парникових газів, аерозолів і хмарності. У наукових працях наведено результати досліджень змін клімату на глобальному та регіональному рівнях. Сьогодні зміну клімату та її вплив досліджує багато організацій, університетів та окремих науковців. Це дає змогу ретельніше виміряти саму зміну в теперішньому часі, а також спрогнозувати певні зміни в майбутньому. А це, зі свого боку, дає змогу певною мірою управляти кліматичною мінливістю і ризиками, пристосовуватися до них [9, 13, 14].

Найважливішою екологічною, науковою і виробничою проблемою агропромислового комплексу України є його вчасна адаптація до змін клімату. Актуальним є завчасне розроблення адаптаційних заходів, враховуючи інерційний характер сільськогосподарського вироб-

ництва, його залежність від погодних умов. Важливим є наукове обґрунтування прийомів з найефективнішого використання додаткового агроресурсного потенціалу у вигляді тепла, а також мінімізація можливих ризиків як різноманітних екстремальних явищ, які можуть істотно погіршити не лише екологічний стан агроландшафтів, а й значно знизити продуктивність агроєкосистем, що стосується насамперед посилення глибини і просторового поширення посушливих явищ [16, 18].

Наслідком глобального потепління для сільського господарства є скорочення виробництва аграрної продукції у зв'язку зі зниженням урожайності сільськогосподарських культур і продуктивності сільськогосподарських тварин. Занауковими прогнозами, підвищення середньорічної температури на 1 °C спричиняє скорочення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції на 10 %, а прогнозоване підвищення середньорічної температури на 1–3 °C у найближчому майбутньому найбільшою мірою вплине на виробництво рослинницької продукції [7, 4, 2, 11].

Мета дослідження. У зв'язку з різкою зміною параметрів зовнішнього середовища, таких як підвищення температури, зниження кількості опадів як в літній, так і в зимовий періоди, нерівномірність опадів упродовж року, які мають важливе значення у вегетаційному процесі рослин, виникає потреба у вивченні впливу цих чинників на тривалість цвітіння ріпаку озимого та виробленні з його нектару і квітів пилку, меду та бджолиного обніжжя.

Матеріал і методи дослідження. Вивчення впливу температурних чинників на тривалість цвітіння озимого ріпаку проводили в умовах сільськогосподарських угідь Тиврівського району Вінницької області. Тиврівський район знаходиться у межах південно-західної частини основного геоморфологічного елементу українсько-кристалічного щита. Поверхня літосфери хвиляста, рівнинна, підвищується у південно-західному напрямі. У центральній частині протікає найбільша із 22 річок району річка Південний Буг. Клімат району – помірно-континентальний. Середня температура повітря найтеплішого місяця липня становить 18–20 °C,

найхолоднішого – 5–6 °C морозу. Територія Тиврівського району займає 88,2 тис. га, у тому числі: рілля – 51,9 тис. га, ліси та інші лісовкриті площі – 11,1 тис. га, землі водного фонду – 1,4 тис. га.

Дослідження проводили впродовж чотирьох років на ріпаку озимому однакової сортової належності, на сірих лісових ґрунтах після попередника – озимої пшениці. Основні агротехнічні заходи містили: лушення стерні, оранку, коткування, передпосівну культивування, посів, післяпосівне коткування. Агрохімічні заходи містили внесення мінеральних фосфорно-калійних добрив перед сівбою, а азотних – у весняний період у два прийоми. Заходи із захисту від бур'янів і шкідників проводили за загальноприйнятою схемою.

Тривалість цвітіння ріпаку озимого визначали підрахунком періоду цвітіння квітів цієї рослини, медову продуктивність – зважуванням меду з ріпаку озимого, походження якого встановлювали за пилковим аналізом. Бджолине обніжжя від бджолиних сімей одержували за допомогою пилковловлювачів, а його ботаничне походження – за морфологічними ознаками.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз тривалості цвітіння озимого ріпаку (табл.1) довів, що цей показник коливається в межах від 16 діб у 2018 році до 27 діб у 2020 році. Середня тривалість цвітіння ріпаку озимого становила 20,5 доби, водночас найвищу тривалість спостерігали у 2020 році. Порівнюючи з 2017, 2018 та 2019 роками, тривалість цвітіння озимого ріпаку в 2020 році була вища відповідно на 7, 11 та 9 діб.

Характеризуючи середньодобову температуру повітря впродовж цвітіння озимого ріпаку за досліджуваний період, з'ясували, що цей показник коливався від 13,7 °C у 2020 році до 20,6 °C у 2018 році і в середньому становив 16,3 °C. Найвищу температуру повітря під час цвітіння зафіксовано в 2018 році – 20,6 °C.

За даними досліджень температура повітря у 2018 році була вища відповідно на 5,8; 4,3 та 6,9 °C за температуру повітря 2017, 2019 та 2020 рр., що в процентному співвідношенні становило 39,1; 26,3 та 50,3 %.

Таблиця 1 – Тривалість цвітіння ріпаку озимого, діб

Роки досліджень	Тривалість цвітіння	Денна температура, °C	Вечірня температура, °C	Середньодобова температура повітря впродовж цвітіння, °C
2017	20	16,2	13,5	14,8
2018	16	22,7	18,5	20,6
2019	18	18,4	14,3	16,3
2020	27	15,2	12,3	13,7

Встановлено також певну тенденцію щодо залежності середньодобової температури повітря та тривалості цвітіння рослин. Так, за середньодобової температури повітря в 2017, 2018, 2019 та 2020 роках відповідно 14,8; 20,3; 16,3; та 13,7 °C тривалість цвітіння становила 20, 16, 18 та 27 діб. Отже, за підвищення температури повітря спостерігається зниження тривалості цвітіння рослин.

Відомо, що температура повітря має значення у виділенні рослинами нектару: найвище нектаровиділення спостерігається за температури 22 °C. Зі зниженням температури повітря до 10 °C та підвищенням її до 27 °C зменшується кількість виділення нектару. За температури вище 27 °C нектаровиділення припиняється.

тіння озимого ріпаку була нижча за оптимальний показник відповідно на 7,2 та 5,7 °C.

Дані досліджень з вивчення виробництва з нектару і квіткового пилку меду та бджолиного обніжжя, наведені в таблиці 2, довели, що у 2017, 2018, 2019 та 2020 роках середнє виробництво меду та бджолиного обніжжя на сім'ю становило відповідно 1,5; 2,1; 0,6 і 0,5 кг та 166, 270, 180, і 120 грам.

Виявлено певний вплив відхилення від оптимального показника температури повітря впродовж цвітіння озимого ріпаку на кількість виробленого бджолами меду та бджолиного обніжжя. Так, за зниження температури повітря від оптимального показника на 34,8 % у 2017 році, на 28,2 % у 2018 році та на 39,6 % у 2020 році спостерігали знижен-

Таблиця 2 – Виробництво бджолиними сім'ями меду та бджолиного обніжжя

Роки досліджень	Виробництво в середньому на бджолину сім'ю			
	Меду, кг	Бджолиного обніжжя, г	Тривалість цвітіння, діб	Відхилення від оптимальної температури (22 °C)
2017	1,5	166	20	-7,2
2018	2,1	270	16	+0,7
2019	1,6	180	18	-5,7
2020	0,5	120	27	-8,3

Враховуючи різкі зміни температури впродовж доби, які можуть становити 10–12 °C, а також відхилення її від оптимальної щодо виділення нектару, виникає потреба у більш детальному вивченні цього явища на продуктивність бджолиних сімей, що дасть змогу спрогнозувати потужність нектаропилконосності конвеєра в сучасних умовах екологічної невизначеності.

Аналіз середньодобової температури повітря у період цвітіння озимого ріпаку довів, що найближчим до оптимального показника щодо виділення нектару було у 2018 році, коли денна температура в середньому становила 22,7 °C.

Найвище відхилення в бік зниження – на 8,3 °C температури повітря від оптимального показника спостерігали у 2020 році. У 2017 і 2019 роках температура повітря впродовж цві-

ня виробництва меду і бджолиного обніжжя відповідно на 28,5 і 38,5 %, 23,8 і 33,3 % та 76,2 і 55,5 %.

Висновки. За даними досліджень виявлено тривалість періоду цвітіння від 16 до 27 діб ріпаку озимого. Зокрема, цей показник підвищувався до 27 діб за зниження середньої температури повітря до 13,7 °C та знижувався до 16 діб за її підвищення до 20,6 °C.

За зниження температури повітря під час цвітіння ріпаку озимого від оптимального показника (22 °C) в 2017 році на 34,8 %, у 2018 році на 28,2 % та у 2020 році на 39,6 % спостерігалось зниження виробництва меду та бджолиного обніжжя з нектару і пилку цієї культури відповідно на 28,5 і 38,5 %, 23,8 і 33,3 % та 76,2 і 55,5 %, незалежно від підвищення тривалості перебування у фазі цвітіння.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас медоносних рослин України/Бондарчук Л. І. та ін. К.: Урожай, 1993. 270 с.
2. Витинский Ю. И. Солнечная активность. Изд. 2, перераб. и допол. Москва: Наука, 1983. 192 с.
3. Герман Дж. Р., Голдберг Р. А. Солнце, погода и климат / пер. с англ. А. И. Оля, А. В. Цветкова; под ред. К. Я. Кондратьева, В. Ф. Логинова. Ленинград: Гидрометеоздат, 1981. 320 с.
4. Писаренко В. Н., Писаренко П. В. Перспективы экологической конверсии сельскохозяйственного производства. Агроэкология. Полтава. 2008.
5. Поліщук В. П., Гайдар В. А. Пасіка. К.: Перфект стил, 2008. 267 с.
6. Собко З. З., Вознюк Н. М. Вплив агрометеорологічних чинників на врожайність теплолюбних сільськогосподарських культур (на прикладі Рівнен-

ської області). Молодий вчений. Херсон. 2017. № 8. С. 5–9.

7. Тараріко О. Г., Ільєнко Т. В., Кучма Т. Л. Вплив зміни клімату на продуктивність та валові збори зернових культур: аналіз та прогноз. Український географічний журнал. Київ, 2016. № 1. С. 14–22.

8. Фурдичко О. І. Пріоритетні завдання агроєкологічної науки на сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва. Агроєкологічний журнал. 2009. С. 13–17.

9. Косицин Н.В. Оценка медоносных ресурсов по данным государственной инвентаризации лесов. Пчеловодство: научно-производственный журнал. 2009. № 4. С. 18–19.

10. Федорук Р.С., Романів Л.І. Репродуктивна здатність бджолиних маток за умов підгодівлі бджіл борошном з бобів сої нативного та трансгенного сортів. Біологія тварин. 2013. Т. 15 № 3. С. 140–149

11. Косицин Н.В. Лесное законодательство в организации пчеловодства. Пчеловодство: научно-производственный журнал. 2010. № 9. С. 46–49.

12. Ягіч Г., Лосєв О. Аналіз вмісту трутневого гомогенату залежно від інтенсивності росту личинок у стільниках різної генерації. Тваринництво України. 2020. № 1. С. 16–23.

13. Ковальський Ю.В., Кирилів Я.І. Метаболізм нагромадження міді в організмі медоносної бджоли на різних етапах розвитку. Наук. вісн. Львів. нац. академ. ветер. медицини ім. С.З. Гжицького. 2004. Т.6. (№2). Ч.2. С. 71–77.

14. Локутова О. Оцінка ботанічного походження бджолиного обніжжя. Український пасічник. 2002. № 2. С. 5–9.

15. Єфіменко Т. Причини отруєння бджіл пестицидами. Пасічник, 2018. № 8. 18 с.

16. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios / Bale J. et al. Global Environmental Change. 2004. Vol. 14. P. 53–67.

17. Change M.L., Parry O.F., Canziani J.P., Palutikof P.J. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate. eds. Cambridge University Press, Cambridge. UK. 976 p.

18. Gregory P.J., Ingram J.S.I., Baklacić M. Climate change and food security. Philosophical Transactions of the Royal Society. 2005. Vol. 360. P. 2139–2148.

REFERENCES

1. Bondarchuk, L.I., Solomaha, T.D., Illjash, A.M. (1993). Atlas medonosnyh roslyn Ukrainy [Atlas of honey plants of Ukraine]. Kyiv, Harvest, 270 p.

2. Vitinskij, Ju.I. (1983). Solnechnaja aktivnost' [Solar Activity]. Moscow, Science, 192 p.

3. German, Dzh. R., Goldberg, R.A. (1981). Solnce, pogoda i klimat [Sun, weather and climate]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 320 p.

4. Pisarenko, V.N., Pisarenko, P.V. (2008). Perspektivy jekologicheskoy konversii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva [Prospects for the ecological conversion of agricultural production]. Agrojekologija [Agroecology]. Poltava.

5. Polishhuk, V.P., Gajdar, V.A. (2008). Pasika [Apiary]. Kyiv, Perfect Style Publishing House, 267 p.

6. Sobko, Z.Z., Voznjuk, N.M. (2017). Vplyv agrometeorologichnyh chynnykiv na vrozhajnist'

teploljubnyh sil's'kogospodars'kyh kul'tur (na prykladi Rivnens'koi oblasti) [Influence of agrometeorological factors on the yield of heat-loving crops (on the example of Rivne region)]. Molodyj vchenyj [A young scientist]. Kherson, no. 8, pp. 5–9.

7. Tarariko, O.G., Il'jenko, T.V., Kuchma, T.L. (2016). Vplyv zminy klimatu na produktyvnist' ta valovi zbory zernovyh kul'tur: analiz ta prognoz [Impact of climate change on grain productivity and gross harvest: analysis and forecast]. Ukrai'ns'kyj geografichnyj zhurnal [Ukrainian Geographical Journal]. Kyiv, no. 1, pp. 14–22.

8. Furdychko, O.I. (2009). Priorytetni zavdannja agroekologichnoi nauky na suchasnomu etapi rozvytku sil's'kogospodars'kogo vyrobnytva [Priority tasks of agroecological science at the present stage of agricultural production development]. Agroekologichnyj zhurnal [Agroecological journal], pp. 13–17.

9. Kosicin, N.V. (2009). Ocenka medonosnih resursov po dannjam gosudarstvennoj inventarizacii lesov [Estimation of melliferous resources according to the data of the state forest inventory]. Pchelovodstvo: nauchno-proizvodstvennyj zhurnal [Pchelovodstvo: scientific and production journal], no. 4, pp. 18–19.

10. Fedoruk, R.S., Romaniv, L.I. (2013). Reproduktyvna zdathnist' bdzholyhnyh matok za umov pidgodivli bdzhil boroshnom z bobiv soi' natyvnoho ta transgennogo sortiv [Reproductive ability of queen bees under conditions of feeding bees with soybean meal of native and transgenic varieties]. Biologija tvaryn [Animal biology], Vol. 15, no. 3, pp. 140–149.

11. Kosicin, N.V. (2010). Lesnoe zakonodatel'stvo v organizacii pchelovodstva [Forest legislation in the organization of beekeeping]. Pchelovodstvo: nauchno proizvodstvennyj zhurnal [Beekeeping: scientific and production journal], no. 9, pp. 46–49.

12. Jagich, G., Losjev, O. (2020). Analiz vmistu trutnevoho gомогенату zalezno vid intensyvnosti rostu lychnok u stil'nykah riznoi' generacii' [Analysis of the content of drone homogenate depending on the intensity of larval growth in cells of different generations]. Tvarynnyctvo Ukrainy [Livestock of Ukraine], no. 1, pp. 16–23.

13. Koval's'kyj, Ju.V., Kyryliv, Ja.I. (2004). Metabolizm nagromadzhennja midi v organizmi medonosnoi' bdzholy na riznyh etapah rozvytku [Metabolism of copper accumulation in the body of the honey bee at different stages of development]. Nauk. visn. L'viv. nac. akadem. veter. medycyny im. S.Z. G'zhyc'kogo [Scientific Messenger of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv]. Vol. 6, no. 2, Part 2, pp. 71–77.

14. Lokutova, O. (2002). Ocinka botanichnogo pohodzhennja bdzholyhnoho obnizhzhja [Assessment of the botanical origin of bee pollen]. Ukrai'ns'kij pasichnyk [Ukrainian beekeeper], no. 2, pp. 5–9.

15. Jefimenko, T. (2018). Prychyny otrujennja bdzhil pestycydami [Causes of bee pesticide poisoning]. Pasichnyk [Beekeeper], no. 8, 18 p.

16. Bale, J., Masters, S., Parry, M.A., Rosenzweig, C. (2004). Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. Global Environmental Change. Vol. 14, pp. 53–67.

17. Change, M.L., Parry, O.F., Canziani, J.P., Palutikof, P.J. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability.

Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate. eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 p.

18. Gregory, P.J., Ingram, J.S.I., Baklacich, M. (2005). Climate change and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Vol. 360, pp. 2139–2148.

Продуктивность пчелиных семей по разным температурным параметрам и длительности периода цветения рапса озимого

Разанов С. Ф., Недашковский В.М., Вергеліс В. И.

Исследовано производство пчелиными семьями меда и обножки при различных температурах и продолжительности периодов цветения рапса озимого в условиях Правобережной Лесостепи. Установлено влияние температуры внешней среды и продолжительности периода цветения рапса озимого на производство товарного меда и пчелиной обножки (пыльцы).

Потребность пчелиных семей в корме и уровень нектаропродуктивных растений в радиусе достижения их пчелами способствует демографическому перемещению этих насекомых на планете.

Благодаря целебным и высокопитательным свойствам продуктов переработки пчелами нектара и цветочной пыльцы, постоянно возрастает использование меда, перги, маточного молочка и других продуктов пчеловодства, требующих более мощной медоносной базы и повышения ее производительности. Поэтому нектар и цветочная пыльца растений являются важной составляющей в существовании медоносной пчелы и ее эволюционном развитии.

Последнее столетие одной из важнейших экологических проблем планеты является глобальное потепление, последствия которого приводят к изменению климатических условий. Наиболее уязвимым к изменению климата считают сельское хозяйство, в частности растениеводство.

Незначительное снижение запаса нектара и цветочной пыльцы растений в природе заметно сказывается на существовании медоносной пчелы. Прежде всего снижается их развитие и производительность, наблюдается повышение уровня заболеваемости и снижение эффективности ведения отрасли в целом. Известны факты взлета пчелиных семей и перемещения их с низкопродуктивных нектаропыльценосных угодий на более производительные.

При снижении температуры воздуха по сравнению с оптимальными 22 ° C в течение цветения рапса озимого,

независимо от продолжительности пребывания его в этой фазе, наблюдалось снижение производства меда от 23,8 до 76,2 % и пчелиной обножки – от 33,3 до 55,5 % .

Ключевые слова: пчелиные семьи, рапс озимый, мед, пчелиная обножка, температура цветения.

The Productivity of bee colonies on different temperature parameters and duration of the winter rape flowering period

Razanov S., Nedashkivsky V., Verhelis V.

The production of honey and pollen by bee colonies at different temperatures and durations of winter rape flowering periods in the conditions of the right-bank Forest-Steppe has been studied. The influence of ambient temperature and duration of winter rape flowering period on the production of commercial honey and bee pollen was established.

The need of bee colonies for food and the level of nectar-productive plants in the radius of their achievement by bees contributes to the demographic movement of these insects on the planet.

Due to the healing and highly nutritious properties of bees processing nectar and pollen, honey, perga, royal jelly and other beekeeping products are widely and constantly used, which require a stronger honey base and increase its productivity. Therefore, nectar and pollen of plants are an important component in the existence of the honey bee and its evolutionary development.

Over the last century, one of the most important environmental problems on the planet has been global warming, which has resulted in climate change. Agriculture, in particular crop production, was the most vulnerable to climate change.

A slight decrease in the supply of nectar and pollen of plants in nature significantly affects the existence of the honey bee. First of all, their development and productivity are reduced, there is an increase in the level of the disease and a decrease in the efficiency of the industry as a whole. There are known facts of bee colonies taking off and moving from low-yielding nectar-pollinating lands to more productive ones.

With a decrease in air temperature compared to the optimal +22 ° C during the flowering of winter rape, regardless of the length of its stay in this phase, there was a decrease in honey production from 23.8% to 76.2% and bee pollen from 33.3% to 55.5% .

Key words: bee colonies, winter rape, honey, bee pollen, temperature flowering.



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



ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 631.223.22.014:636.2.033

Ресурсоощадна технологія вирощування ремонтного молодняку

Луценко М.М.¹ , Кудлай І.М.²¹ Білоцерківський національний аграрний університет² ТДВ «Терезине» Білоцерківського району Київської області tehnologkaf256@ukr.net

Луценко М.М., Кудлай І.М. Ресурсоощадна технологія вирощування ремонтного молодняку. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 103–110.

Lucenko M.M., Kudlaj I.M. Resursooshadna tehnologija vyroshhuvannya remontnogo molodnjaku. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva», 2020. № 2. PP. 103–110.

Рукопис отримано: 15.10.2020р.

Прийнято: 30.10.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-103-110

У статті висвітлено результати оцінювання нової ресурсоощадної технології вирощування теличок, розробленої і впровадженої в ТДВ «Терезине» Білоцерківського району Київської області.

Досліджено умови утримання і поведінка теличок в індивідуальних будиночках у перший місяць після народження за мінусових температур та за переведення їх у групові клітки. Проведено оцінювання ефективності використання заміників молока іноземного виробництва. Встановлено, що в складі заміників молока оптимально відрегульовані і знаходяться в стабільному стані такі показники як уміст жиру, білків та лактози. Вони мають низьке бактеріальне обсіменіння, що позитивно впливає на фізіологічний стан теличок молочного періоду, на їх ріст і розвиток. Тварини менше хворіють і забезпечують 100 % збереження молодняку.

Проведено оцінювання нових легкозбірних приміщень у забезпеченні якісного мікроклімату. Встановлено, що наявність у конструкції цих приміщень бокових штор і світлоаераційного гребеня підвищує повітрообмін та знижує вміст шкідливих газів до мінімального рівня. Вміст амоніаку в приміщенні становить 1,75 мг/м³ проти 22 мг/м³ у традиційних приміщеннях. Удвічі менше в приміщеннях накопичується сірководень (5,2 мг/м³ проти 10 мг/м³ за нормативами).

Встановлено, що розділення секцій для утримання ремонтного молодняку на зону годівлі і зону відпочинку позитивно впливає на поведінку тварин, а наявність кормового столу та годівля теличок повнораціонними вологими сумішами забезпечує їх ріст і розвиток відповідно до існуючих нормативів.

Використання нової ресурсоощадної технології вирощування ремонтних теличок у господарстві дає змогу знизити затрати праці на виробництво 1 ц приросту до 3,7 проти 9,2 люд./год за традиційними технологіями.

Ключові слова: ресурсоощадна технологія, ремонтні телички, індивідуальні будиночки, заміники молока, легкозбірні приміщення.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Сьогодні молочне тваринництво України перебуває в тяжкому кризовому стані. Катастрофічне зменшення поголів'я корів призвело до того, що виробництво молока на особу, за статистичними даними, зменшилось утричі – з 500 кг у 1990 році до 170 кг. Водночас за фізіологічними нормативами його має вироблятися не менш як 420 кг в рік на особу [1].

Дефіцит молока як сировини для переробної промисловості призвело до того, що молокопереробні підприємства збирають його в радіусі 200–300 км, що негативно впливає на його якість. Молокопереробні підприємства почали конкурувати між собою за закупівлю якісного молока, що зумовило підвищення його ціни і стало економічно вигідним для господарств. На цьому тлі розпочалося повільне відновлення молочного скотарства в Україні завдяки ре-

конструкції старих ферм і будівництву нових. Позитивним у цьому процесі є те, що відновлення галузі відбувається на новій технологічній і технічній основі.

Створюються ферми з новими ресурсозберігаючими технологіями виробництва молока, в основу яких покладено нові об'ємно-планувальні і технологічні рішення тваринницьких приміщень, які базуються на безприв'язній системі утримання високопродуктивних корів з доїнням у спеціалізованій доїльній залі на високопродуктивних доїльних установках різного типу. Витрати праці на виробництво 1 ц молока на нових фермах становлять 2–3 проти 15–17 люд./год на фермах зі старими технологіями [2].

Основна проблема під час створення нових ферм – комплектування їх високопродуктивним поголів'ям, яке в структурі витрат становить більш як 30 % вартості самої ферми. Нині комплектування ферм в Україні відбувається двома способами: через наявне в господарстві поголів'я і закупівлю нетелей у європейських країнах.

Другий спосіб дає змогу господарству за декілька років забезпечити високу продуктивність стад на рівні 9–10 тис. кг за лактацію. Водночас така висока продуктивність корів вимагає постійного оновлення стад, вибракування корів і введення в стадо не менш як 20 % корів-первісток у рік. Отже, для нормального функціонування таких ферм необхідно приділяти увагу вирощуванню ремонтного молодняку. Основною вимогою за таких умов є необхідність забезпечення росту теличок відповідно до нормативних вимог і, головне, щоб телички вирощувалися в умовах, аналогічних для дорослого поголів'я, що дасть змогу знизити до мінімуму стресові ситуації у різні вікові періоди [3].

Відповідно до цих вимог у ТДВ «Терезине» Білоцерківського району Київської області вперше в Україні розроблено сучасну ресурсоощадну технологію вирощування ремонтних теличок з використанням нових об'ємно-планувальних і технологічних рішень родильного відділення, індивідуальних будиночків для утримання телят до 30-добового віку і легкозбірних приміщень для утримання різних вікових груп ремонтних теличок. Відпрацювання цієї технології завершилось у 2019 році.

Мета дослідження – дослідити ефективність нової ресурсоощадної технології вирощування ремонтного молодняку в умовах молочних ферм з інноваційними технологіями виробництва молока.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проведено в господарстві ТДВ «Терезине» на молочній фермі на 1000 корів, яку побудовано відповідно до європейських стандартів: нові об'ємно-планувальні і технологічні рішення легкозбірних приміщень, безприв'язно-боксова система утримання, однотипна, впродовж року, годівля корів з кормового столу повнораціонними вологими кормосумішами, доїння – в спеціалізованій доїльній залі на установці типу «Паралель».

Технологія вирощування ремонтного молодняку на цій фермі наступна. За два місяці до отелення корів та нетелей переводять у родильне відділення, приміщення якого також побудовано за сучасними вимогами до об'ємно-планувальних і технологічних рішень (рис. 1).

Розселення відбувається в спеціально облаштованих денниках, в яких новонароджене теля перебуває разом з матір'ю впродовж доби. На другу добу, після випоювання теличкам молозива, їх переводять в індивідуальні будиночки, які розміщено в будь-яку пору року на свіжому повітрі, і утримують впродовж 30 діб (рис. 2). За досягнення цього віку з них формують технологічні групи по 20 голів кожна і переводять на групове утримання. Випоювання телят у цей період здійснюють незбираним молоком чи його замінниками європейського виробництва. Рацион годівлі теличок у перші місяці життя коригують гранульованими концентрованими кормами та привчають до поїдання грубих кормів через споживання високоякісного сіна [4].

На третьому місяці життя сформовані групи теличок переводять у нові приміщення, побудовані відповідно до європейських вимог щодо забезпечення комфортних умов їх утримання. Технологія утримання ремонтних теличок є аналогічною технології утримання маточного поголів'я: безприв'язне утримання, годівля з кормового столу повнораціонними кормовими сумішами, для напування – групові напувалки з підігрівом води в зимовий період (рис. 3).

Важливий елемент у технології вирощування ремонтного молодняку – їх зонне розміщення. Кожну клітку для утримання теличок розділено на дві зони: зона годівлі і зона відпочинку. Таке розміщення, на думку розробників технології, має забезпечити комфортні, спокійні умови вирощування ремонтних теличок.

Результати дослідження та їх обговорення. Оцінювання ресурсоощадної технології проводили за показниками умов утримання ремонтних теличок, їх поведінки, росту і розвитку в різні фізіологічні періоди.

Дослідження поведінки теличок під час утримання їх в індивідуальних будиночках за

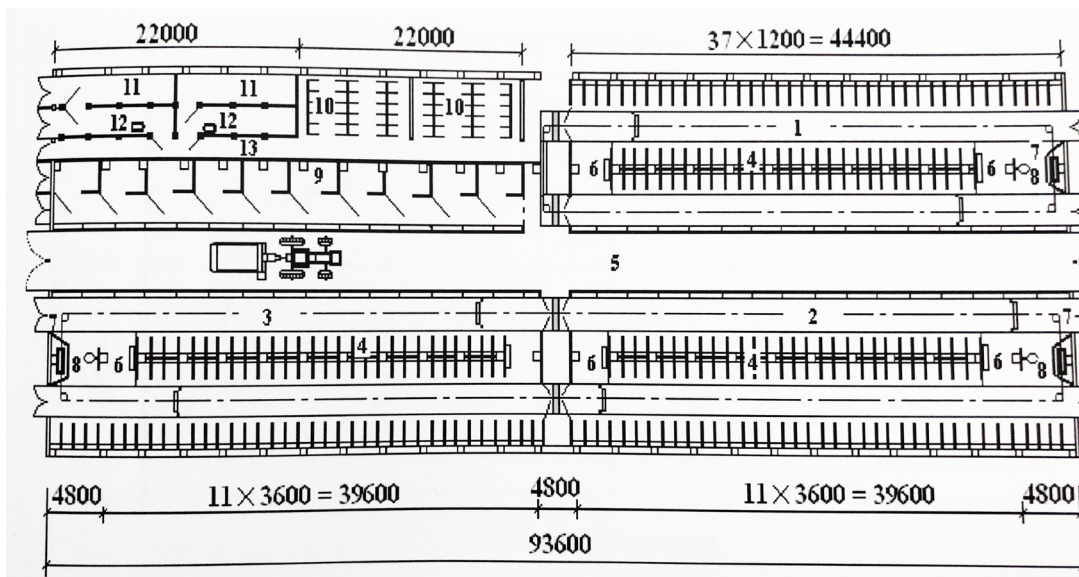


Рис. 1. Схема внутрішнього обладнання приміщень для утримання глибокотільних корів, нетелей та новонароджених телят.



Рис. 2. Індивідуальні будиночки для холодного способу вирощування телят у молочний період.



Рис. 3. Приміщення з новими об'ємно-планувальними і технологічними рішеннями для утримання ремонтного молодняка (внутрішній вигляд).

умов низьких температур довели, що в перші 10 діб після народження вони 86,2 % часу доби (20,69 год) знаходяться в положенні лежачи, 11,2 % (2,68 год) – стоять, а на споживання корму витрачають лише 2,6 % часу доби (0,63 год).

У теплий період року поведінка новонароджених телят дещо змінюється. Вони на 41 хв менше лежать і на 50 хв більше стоять. Однак в індивідуальних будиночках у них майже відсутній надзвичайно важливий компонент поведінки – рух (рис. 4).

Переведення теличок у групові клітки, де їх утримували до двомісячного віку, впливало на їх поведінку, вона дещо змінювалася. У зимовий період телички на 2,28 год (9,52 %) за

добу менше лежать і на 2,76 % більше часу витрачають на споживання корму. У цей період з'являються і нові елементи поведінки, такі як рух та споживання води, на які вони витрачають по 30 хв на добу [5, 6].

Після двомісячного віку поведінка теличок змінюється і майже не залежить від температури навколишнього середовища. Якщо телички до двомісячного віку в зимовий період 78,0 % часу доби знаходилися в положенні лежачі, то телички віком 2–4 місяці взимку і влітку відпочивали лише 49,0 % часу доби, решту часу витрачали на відпочинок у положенні стоячи, пересування та споживання корму (рис. 5).

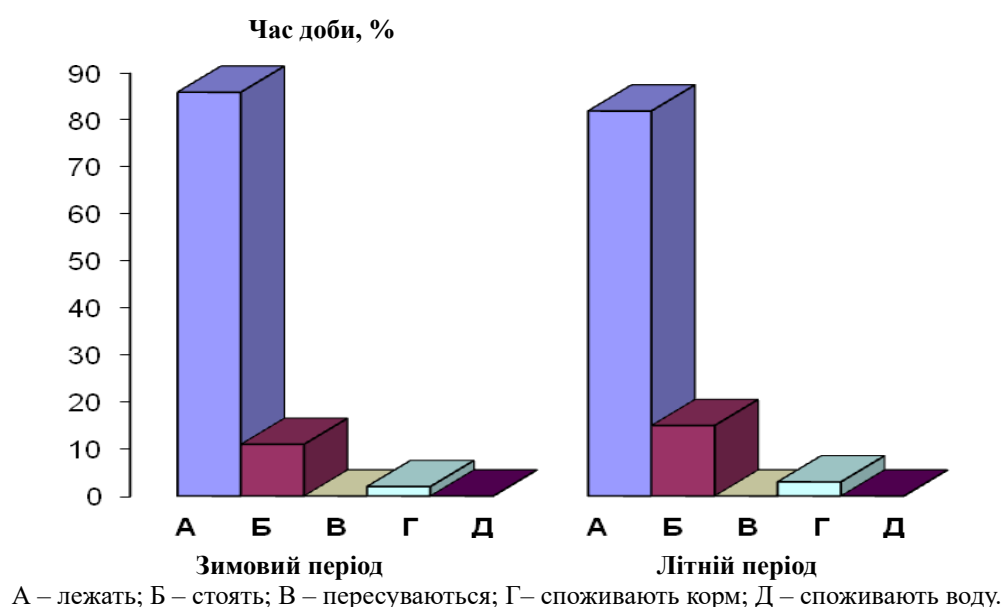


Рис. 4. Основні елементи поведінки теличок в перший період вирощування.

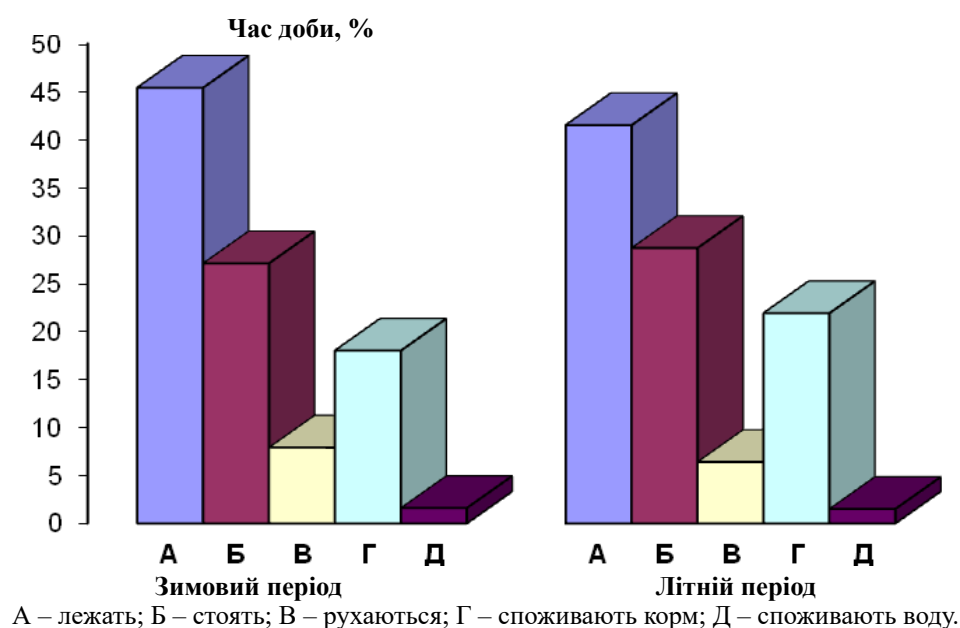


Рис. 5. Основні життєві прояви у теличок віком 2–4 місяці.

Зниження об'ємів виробництва молока вимагає пошуку альтернативного корму для телят молочного періоду, головним з яких є його замітники. У зв'язку з цим у господарстві проводили дослідження з оцінювання ефективності використання заміників іноземного виробництва, основними постачальниками яких є Данія і Німеччина.

Встановлено, що в замінниках молока оптимально відрегульовані і знаходяться в стабільному стані такі показники як вміст жиру, білків та лактози (табл. 1).

Надзвичайно важливим є те, що замітники молока мають низькі показники бактеріально-

го обсіменіння і кількості соматичних клітин, що позитивно впливає на захворюваність телят у молочний період. Захворюваність телят легеневиими хворобами знижується удвічі, вони менше хворіють розладами роботи шлунково-кишкового тракту (8,3 % проти 25 %).

Збереженість молодняку дослідних груп становила 100,0 %, тимчасом у контрольній групі вона знаходилась на рівні 91,7 % (табл. 2).

Встановлено, що за використання заміників молока покращується фізіологічний стан ремонтних теличок, підвищується їх резистентність, що позитивно впливає на їх ріст і розвиток (табл. 3).

Таблиця 1 – Показники якості заміників незбираного молока ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Молоко незбиране	Замітник молока	
		Red Kalvo Fiber (Данія)	Ekonomix (Німеччина)
Кислотність, T°	19,0	16,0 $\pm$ 0,1	16,0 $\pm$ 0,1
Ступінь чистоти, група	1	1	1
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис КУО/см ³	≤ 500	26 $\pm$ 2,0	31 $\pm$ 3,0
Колі-титр	не менше 1,0	1,0	1,0
Масова частка сухих речовин, %	$\geq 11,5$	9,0 $\pm$ 0,02	9,3 $\pm$ 0,03
Кількість соматичних клітин, тис/см ³	≤ 600	181 $\pm$ 5,0	190 $\pm$ 7,0
Термостійкість, група	не нижче 2	4	4
Густина, кг/м ³	не менше 1027	1032 $\pm$ 12,0	1033 $\pm$ 11,0
Масова частка жиру, %	3,4	3,0 $\pm$ 0,01	3,02 $\pm$ 0,01
Масова частка білка, %	3,0	2,69 $\pm$ 0,07	2,74 $\pm$ 0,09
Масова частка лактози, %	4,8	3,9 $\pm$ 0,04	4,6 $\pm$ 0,05

Таблиця 2 – Захворюваність теличок та їх збереженість за застосування заміників молока ($n=12$)

Показник	Група		
	контрольна	перша дослідна	друга дослідна
Захворюваність, %:			
органів травлення	25,0	8,3	8,3
системи дихання	16,6	8,3	8,3
Збереженість поголів'я, %	91,7	100,0	100,0

Таблиця 3 – Динаміка живої маси та середньодобові прирости телят до двомісячного віку за застосування заміників молока ($M \pm m$, $n=12$)

Показник	Група		
	контрольна	перша дослідна	друга дослідна
Жива маса, кг: на початок зрівняльного періоду	35,2 $\pm$ 3,20	35,0 $\pm$ 2,02	35,5 $\pm$ 3,12
на кінець зрівняльного періоду	43,3 $\pm$ 2,71	43,0 $\pm$ 2,54	43,7 $\pm$ 1,90
Абсолютний приріст живої маси за зрівняльний період, кг	8,1 $\pm$ 0,45	8,0 $\pm$ 0,54	8,2 $\pm$ 0,62
Середньодобовий приріст живої маси за зрівняльний період, г	810,0 $\pm$ 25,10	800,0 $\pm$ 22,35	820,0 $\pm$ 29,0
Жива маса, кг: в кінці основного періоду	80,1 $\pm$ 2,74	86,7 $\pm$ 3,56	84,1 $\pm$ 3,65
Абсолютний приріст за основний період, кг	36,8 $\pm$ 2,84	43,7 $\pm$ 3,12	40,4 $\pm$ 3,52*
Середньодобовий приріст за основний період, г	613,0 $\pm$ 24,71	728,0 $\pm$ 31,12	673,0 $\pm$ 25,48
Відносний приріст, %	127,5	147,7	136,9

У зв'язку з цим середньодобові прирости живої маси теличок першої дослідної групи були на 18,76 %, а другої – на 9,78 % вищі проти контрольної групи, яку випоювали натуральним молоком. За відносними приростами тварини першої дослідної групи проти контрольних були кращими на 15,84 %, а другої – на 7,37 %.

Отже, використання теличкам у молочний період замість незбираного молока його заміників забезпечує стабільні показники росту і розвитку тварин, вони менше хворіють [7, 8].

Як зазначалося, у господарстві для утримання ремонтних теличок старших вікових груп побудовано легкозбірні приміщення шириною 24 м і висотою 10,5 м, які облаштовано боковими шторами і світлоаераційним гребенем. У центрі кожного приміщення розташовано кормовий стіл шириною 5 м. Секції для утримання теличок розділено на зону годівлі і зону відпочинку. Такі приміщення для утримання ремонтних теличок побудовано в Україні вперше. У зв'язку з цим проведено дослідження з оцінювання технології утримання ремонтних теличок, яка наближена до технології утримання дорослого поголів'я.

Дослідження з оцінювання впливу легкозбірних приміщень на забезпечення якісного мікроклімату довели, що їх конструкція забезпечує якісний мікроклімат, зокрема температуру і відносну вологість, підвищує швидкість руху повітря з 0,24 м/с в традиційному приміщенні до 0,4 м/с в новому, що забезпечує якісний повітрообмін. Вміст амоніаку в приміщенні знаходиться на мінімальному рівні і становить

1,75 мг/м³ проти 22 мг/м³ в традиційних приміщеннях [9]. Удвічі менше в приміщенні накопичується сірководень (5,2 мг/м³ проти 10 мг/м³ за нормативами) (табл. 4).

Встановлено, що розділення секцій для утримання ремонтного молодняку на зону годівлі і зону відпочинку позитивно впливає на їх поведінку. Тварини знаходяться впродовж доби в спокійному стані, у них відсутні зіткнення та антагоністичні прояви. Зонне розміщення теличок забезпечує комфортні умови їх утримання: вони 17,59 год на добу відпочивають у положенні лежачи і 7,7 год – у положенні стоячи. Приблизно 2 год вони витрачають на споживання корму і лише 0,2 год – на споживання води. Достатній розмір станків забезпечує пересування тварин на рівні 1,15 год (табл. 5).

Висновки. Проведені дослідження з оцінювання поведінки ремонтних теличок у 6- і 12-місячному віці довели, що з віком поведінка теличок змінюється. Вони менше відпочивають, більше рухаються і більше часу витрачають на споживання корму. Установлено, що нова ресурсощадна технологія вирощування ремонтних теличок має перевагу над традиційною.

Годівлю ремонтних теличок здійснювали за технологією однотипної, впродовж року, повнораціонними сумішами.

Структуру раціону для ремонтних теличок різних вікових груп представлено в таблиці 6.

За основними показниками поживності раціони відповідали нормам годівлі теличок із запланованим приростом 800–900 г. Потребу в поживних речовинах коригували відповідно до вікового періоду та маси теличок [10].

Таблиця 4 – Загазованість у приміщеннях для утримання ремонтних теличок

Показники	Вимоги за нормативами	Параметри мікроклімату в	
		новому легкозбірному приміщенні	традиційному
Концентрація амоніаку, мг/м ³	20,0	1,75	22,0
Концентрація сірководню, мг/м ³	10,0	5,2	12,7
Концентрація вуглекислого газу, %	0,25	0,21	0,45

Таблиця 5 – Поведінка ремонтних теличок у 12-місячному віці

Життєві прояви	Тривалість за добу, годин			
	нова технологія		традиційна технологія	
	год/хв	%	год/хв	%
Лежить	7,80	32,5	6,80	28,30
Лежить жує жуйку	4,30	17,92	5,50	22,90
Стоїть	3,85	16,06	3,20	15,40
Стоїть жує жуйку	3,70	15,42	3,90	16,40
Споживають корм	2,05	8,54	2,10	8,65
П'ють воду	0,20	0,8	1,15	4,80
Пересуваються	1,55	6,45	0,55	2,3
Всього	24	100	24	100

Таблиця 6 – Структура раціону для ремонтних теличок різних вікових груп, %

Вид корму, %	Вік теличок, міс			
	6–9	9–12	12–15	15–17
Силос кукурудзяний	42,2	37,2	27,2	40,2
Солома пшенична	3,0	4,0	4,1	3,4
Макуха соняшникова	13,4	7,9	2,2	3,3
Волога кукурудза	26,7	39,2	40,2	39,6
Пшениця	6,6	11,5	13,6	
Ячмінь	7,8	-	-	-
Премікс	0,2	0,2	0,2	0,2

Встановлено, що умови утримання ремонтних теличок в легкозбірних приміщеннях позитивно впливали і на середньодобові прирости, які в умовах нової технології в післямолочний період у середньому становили 912,0 г, що на 7,13 % вище, порівнюючи з традиційною технологією (табл. 7).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Єдина комплексна стратегія та план дій розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на 2015-2020 роки. Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/nj-de/16025>
- Кудлай І. Технологічне вдосконалення молочних ферм. Тваринництво України. 2010. № 9. С. 14–18.
- Зубець М.В., Сірацький Й.З., Данилкін Я.Н. Вирощування ремонтних телиць. К.: Урожай, 1993. 136 с.
- Вирощування ремонтного молодняку сільськогосподарських тварин / Ібатулін І.І. та ін.; за ред. М.М.Гопки. К.: Урожай, 1993. 248 с.
- Чернюк С.В. Удосконалення окремих елементів технології вирощування телят в молочний період: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 27.05.10. Білоцерківський НАУ. К., 2010. 18 с.
- Новицький Б. Поведення сільськогосподарських тварин / пер. с польс. А.Е. Кебы; под редакцією і с предис. Л.М. Баскина. М.: Колос, 1981. 190 с.
- Асафов В.А., Исканова В.А. Новые виды заменителей молока для молодняку сельскохозяйственных животных на основе молочной сыворотки. Эффективные корма и годівля. 2008. № 3. 50 с.
- Ластовська І.О., Луценко М.М. Ефективність використання заміників в умовах інноваційних технологій виробництва яловичини. Техніка і технології АПК. 2015. №11. С. 27–30.
- Кудлай І.М., Луценко М.М. Вплив нових об'ємно-планувальних рішень родильного відділення біотехнологічного комплексу на умови утримання теличок. Науковий вісник НУВМБТ ім. Гжицького. 2010. Т. 12. № 2. С. 107–111.
- Костенко В., Заболотько О., Хмельовський В. Кормові суміші - перспективний напрямок годівлі ВРХ. Пропозиція. 2008. №4. С. 134–36.

Таблиця 7 – Середньодобові прирости ремонтних теличок за різних технологій утримання

Середньодобові прирости за період, г	Технології утримання	
	в легкозбірних приміщеннях нового типу	в традиційних приміщеннях
Від: 6 до 9 міс	940	860
9 до 12 міс	950	870
12 до 15 міс	890	780
15 до 17 міс	890	893
В середньому, г	912	847
%	100,0	92,87

Отже, нова ресурсоощадна технологія вирощування ремонтних теличок є високоефективною. Утримання молодняку в легкозбірних приміщеннях та годівля його з кормового столу дає змогу знизити витрати праці на виробництво 1 ц приросту до 3,7 проти 9,2 люд./год за традиційною технологією. Запропонована технологія може успішно використовуватися на середніх та великих фермах з поголів'ям корів 500–1000 голів.

REFERENCES

- Jedyna kompleksna strategija ta plan dij rozvytku sil's'kogo gospodarstva ta sil's'kyh terytorij v Ukraini na 2015-2020 roky [The only comprehensive strategy and action plan for the development of agriculture and rural areas in Ukraine for 2015-2020]. Ministerstvo agrarnoi' polityky ta prodovol'stva Ukrainy [Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine]. Available at: <https://minagro.gov.ua/nj-de/16025>
- Kudlaj, I. (2010). Tehnologichne vdoskonalennja molochnyh ferm [Technological improvement of dairy farms]. Tvarynnictvo Ukrainy [Livestock of Ukraine]. no. 9, pp. 14–18.
- Zubec', M.V., Sirac'kyj, J.Z., Danylkin, Ja.N. (1993). Vyroshhuvannja remontnyh telyc' [Growing repair heifers]. K.: Harvest, 136 p.
- Ibatulin, I.I., Sryvov, A.I., Cycjurs'kyj, L.M. (1993). Vyroshhuvannja remonnogo molodnjaku sil's'kogospodars'kyh tvaryn [Growing of repair young stock of farm animals]. K.: Harvest, 248 p.
- Chernjuk, S.V. (2010). Udokonalennja okremyh elementiv tehnologij' vyroshhuvannja teljat v molochnyj period: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 27.05.10. [Improvement of separate elements of technology of cultivation of calves in the dairy period: the abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 27.05.10]. Bila Tserkva National Agrarian University. K., 18 p.
- Novickij B. (1981). Povedenie sel'skohozhajstvennyh zhivotnyh / per. s pol's. A.E. Keby; pod redakciej i s predis. L.M. Baskina [The behavior of farm animals / per. from pols. A.E. Kebas; under the editorship and with a preface. L.M. Baskin]. M.: Kolos, 190 p.
- Asafov, V.A., Iskanova, V.A. (2008). Novye vidy zamenitelej moloka dlja molodnjaka sel'skohozhajstvennyh

zhivotnyh na osnove molochnoj syvorotki [New types of milk replacers for young farm animals based on whey]. *Efektivni kormi ta godivlja* [Effective feed and feeding]. no. 3, 50 p.

8. Lastovs'ka, I.O., Lucenko, M.M. (2015). Efektyvnist' vykorystannja zaminnykiv v umovah innovacijnyh tehnologij vyrobnytstva jalovychyny [Efficiency of use of substitutes in the conditions of innovative technologies of beef production]. *Tehnika i tehnologii' APK* [Machinery and technologies of agro-industrial complex]. no. 11, pp. 27–30.

9. Kudlaj, I.M., Lucenko, M.M. (2010). Vplyv novyh ob'jemno-planuvannyh rishen' rodylnogo viddilennja biotehnologichnogo kompleksu na umovy utrymannja telychok [Influence of new volume-planning decisions of the maternity ward of the biotechnological complex on the conditions of keeping heifers]. *Naukovyj visnyk NUVMBT im. Gzhyc'kogo* [Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv]. Vol. 12, no. 2, pp. 107–111.

10. Kostenko, V., Zabolot'ko, O., Hmel'ovs'kyj, V. (2008). Kormovi sumishi - perspektyvnyj naprjamok godivli VRH [Feed mixtures - a promising area of cattle feeding]. *Propozycja* [Offer]. no. 4, pp. 134–136.

Ресурсосберегающая технология выращивания ремонтного молодняка

Луценко М.М., Кудлай И.М.

В статье отражены результаты оценки новой ресурсосберегающей технологии выращивания телок, разработанной и внедренной в ОАО «Терезино» Белоцерковского района Киевской области.

Изучены условия содержания и поведение телок в индивидуальных домиках в первый месяц после рождения при минусовых температурах и при переводе их в групповые клетки. Проведена оценка эффективности использования заменителей молока зарубежного производства. Установлено, что в составе заменителей молока оптимально отрегулированы и находятся в стабильном состоянии такие показатели как содержание жира, белков и лактозы. Они имеют низкое бактериальное обсеменение, что положительно влияет на физиологическое состояние телочек молочного периода, на их рост и развитие, они меньше болеют и обеспечивают 100 % сохранность молодняка.

Проведена оценка новых легкосборных помещений в обеспечении качественного микроклимата. Установлено, что наличие в конструкции этих помещений боковых штор и светоаэрационного гребня повышает воздухообмен и снижает содержание вредных газов до минимального уровня. Содержание аммиака в помещении составляет 1,75 мг/м³ против 22 мг/м³ в традиционных помещениях. В два раза меньше в помещениях накапливается сероводорода (5,2 мг/м³ против 10 мг/м³ по нормативам).

Установлено, что разделение секций для содержания ремонтного молодняка на зону кормления и зону отдыха положительно влияет на их поведение, а наличие кормо-

вого стола и кормление телок полнорационными влажными смесями обеспечивает их рост и развитие в соответствии с существующими нормативами.

Использование новой ресурсосберегающей технологии выращивания ремонтных телок в хозяйстве позволяет снизить затраты труда на производство 1 ц прироста до 3,7 против 9,2 чел./ч по традиционным технологиям.

Ключевые слова: ресурсосберегающая технология, ремонтные телки, индивидуальные домики, заменители молока, легкосборные помещения.

The Resource-saving technology of growing repair young stock

Lutsenko M., Kudlay I.

The article highlights the results of research dealing with the assessment of the new resource-saving technology for growing heifers that has been developed and implemented in DLC "Terezino" of Bila Tserkva district in Kyiv region.

The conditions of keeping and behavior of heifers in individual houses during the first month after birth at subzero temperatures and when transferring them to group cages were studied. Studies have been conducted to assess the effectiveness of milk substitution use. It was found that the composition of milk substitutes have been optimally regulated and such indicators as fat, protein and lactose content are in a stable state. Milk substitutes have a very low bacterial contamination, which has a positive effect on the physiological state of dairy heifers, their growth and development. Animals are sick rarely and provide 100% preservation of young animals.

An assessment of new easily build premises in ensuring a quality microclimate has been provided. It has been established that the presence of side curtains and light-aeration ridge in the construction of these premises increases air exchange and reduces the level of harmful gases to a minimum level. The ammonia content in the placement constitutes 1.75 mg / m³ against 22 mg / m³ in traditional premises. The presence of hydrogen sulfide is twice less indoors and constitutes (5.2 mg / m³ vs. 10 mg / m³ according to regulations).

It has been established that the division of sections for keeping of repair heifers of the cattle for feeding and recreation area has a positive effect on their behavior, and the presence of a feed table and feeding of heifers with complete ration wet mixes ensures their growth and development in accordance with existing regulations.

The use of new resource-saving technology for growing of breeding replacement heifers in this farm allows to reduce labor costs for the production of 1 centner of growth up to 3.7 people / hour against 9.2 people/ hour according to traditional technologies.

Key words: resource-saving technology, repair heifers, individual houses, milk substitutes, easily assembled premises.



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



Луценко М.М.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-8076>

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК: 636.4.053.087.8:612.1

Клітинний захист організму відлучених поросят за дії пробіотика**Бондаренко Л.В.** *Білоцерківський національний аграрний університет* lvbondarenko@ukr.net

Бондаренко Л.В. Клітинний захист організму відлучених поросят за дії пробіотика. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 111–119.

Bondarenko L.V. Klitynniy zahyst organizmu vidluchenyh porosjat za dii' probiotyka. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkci' tvarynnystva», 2020. № 2. PP. 111–119.

Рукопис отримано: 06.05.2020р.

Прийнято: 22.08.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-111-119

Імунна система забезпечує сталість гомеостазу організму. Стан природної резистентності організму визначається комплексом захисних механізмів неспецифічного характеру. У підтриманні імунітету активно беруть участь лімфоцити та фагоцити. Лімфоцити розпізнають антигени патогенних мікроорганізмів, а фагоцити поглинають та руйнують самих збудників. Під час відлучення поросят від свиноматки спостерігається зниження захисних сил їх організму. У цей період знижується природна резистентність організму поросят через стресову ситуацію, спричинену зміною умов утримання, переходом на повнораціонний корм та відсутністю свиноматки. Імунна система відлучених поросят відносно слабка, тому за впливу екологічних і технологічних стрес-чинників вони стають сприйнятливими до різних захворювань. Використання пробіотичних препаратів стимулює активність імунної системи, запобігає виникненню стресів та імунодефіцитів. Одним із таких препаратів є пробіотик вітчизняного виробництва Протекто-актив. Під час дослідження впливу пробіотика Протекто-актив на показники неспецифічної резистентності організму молодняку свиней на дорощуванні у поросят дослідної групи відмічали збільшення бактерицидної активності сироватки крові на 12,10 % ($P < 0,05$) та лізоцимної активності – на 3,71 % проти контролю, що свідчить про активацію захисних сил організму та нарощування адаптаційної здатності.

Важливим етапом дослідження впливу пробіотика Протекто-актив на стан імунної системи є визначення фагоцитарної активності нейтрофілів, фагоцитарного індексу та фагоцитарного числа. У дослідній групі поросят, яким згодовували пробіотик Протекто-актив, установлено підвищення фагоцитарної активності лейкоцитів на 9,0 % ($P < 0,001$), фагоцитарного індексу – на 51,7 % ($P < 0,001$) та фагоцитарного числа – на 24,8 % ($P < 0,01$), порівнюючи з контрольною групою.

Отже, у разі застосування пробіотика Протекто-актив збільшуються всі показники фагоцитозу: кількість фагоцитів, їх здатність до захоплення мікроорганізмів та перетравна здатність, бактеріальна та лізоцимна активність сироватки крові, що позитивно впливає на імунологічну реактивність організму поросят у період відлучення.

Ключові слова: пробіотик, фагоцитоз, фагоцитарний індекс, фагоцитарне число, фагоцитарна активність лейкоцитів, клітинний імунітет, поросята.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Свинарство як одна з найбільш перспективних і високопродуктивних галузей заслуговує особливої уваги. Підвищення продуктивності тварин вимагає, поряд з надійною кормовою базою, впровадження нових технологічних прийомів роботи з молодняком,

зокрема застосування екологічно чистих, біологічно активних речовин, що стимулюють і поліпшують травлення, засвоюваність корму, процеси росту і розвитку [1, 2, 3]. Однією з головних причин зниження продуктивності залишається стан здоров'я сільськогосподарських тварин, високі витрати на засоби профілактики

та лікування [4,5]. Для вибору оптимальних методів лікування, контролю ефективності лікувальних заходів, підбору способів профілактики низки захворювань, а також вивчення впливу на організм різних чинників, зокрема лікарських препаратів, проводиться оцінювання стану природної резистентності організму, яке базується на визначенні рівня активності неспецифічних (клітинних і гуморальних) чинників захисту [6, 7]. Як безпечна альтернатива антибіотикам останнім часом в Україні та багатьох країнах світу для профілактики і лікування розладів травлення широкого розповсюдження набули пробіотики [8, 9, 10]. Пробіотики нормалізують процеси травлення завдяки корекції якісного та кількісного складу мікрофлори шлунково-кишкового тракту, сприяючи підвищенню природної резистентності організму тварин [11, 12, 13, 14]. Пробіотики стимулюють функціональну активність імунної системи незалежно від того, що стало причиною імунодефіциту. Вони нормалізують різні функції імунної системи – як місцевий імунітет слизових шлунково-кишкового тракту, так і клітинний та гуморальний, а це, зі свого боку, позитивно впливає на продуктивність тварин [15, 16].

Важливою умовою життєдіяльності тварин є природна резистентність організму до чинників зовнішнього середовища. Вона визначається гуморальними чинниками з дуже широким спектром дії. Неспецифічні захисні реакції організму досить стабільні і змінюються залежно від фізіологічного навантаження і чинників зовнішнього середовища. Це зумовлює необхідність дослідження їх впливу на формування та корекцію імунобіологічної реактивності організму. Одним із клітинних механізмів захисту організму є фагоцитоз [17], здатність окремих клітин поглинати і знешкоджувати способом перетравлення чужорідні частки, у тому числі мікроорганізми. Між фагоцитарною активністю та резистентністю організму існує пряма залежність: чим активніший фагоцитоз до мікробних клітин, тим краще виражений до них імунітет, і навпаки. Резистентність організму можливо підвищити або знизити через посилення або ослаблення його фагоцитарної реакції [18, 19, 20]. У тварин здатність до фагоцитозу мають лейкоцити крові та макрофаги, тому під час дослідження крові особливу увагу слід приділяти кількості лейкоцитів та їх видовому складу [21, 22]. Фагоцити здійснюють неспецифічну дію на всі мікроорганізми, однак в імунізованому організмі під дією специфічних антитіл – опсонінів – активність фагоцитозу помітно збільшується. Вони підвищують фагоцитарну активність макрофагів

і нейтрофілів, що зі свого боку підвищує гуморальний імунітет.

Найбільш суттєвими показниками, які відображають стан природної резистентності організму, є бактерицидна та лізоцимна активність сироватки крові. Лізоцим є ланкою специфічного гуморального імунітету, на якій стрес-чинники можуть позначаються найбільше [23, 24, 25]. Показником природної здатності крові до самоочищення є бактерицидна активність сироватки крові, яка відображає сумарну дію гуморальних чинників захисту [26, 27].

Дослідженнями В.І. Герасимова (2003), Ю.В. Засухи (2004), В.П. Рибалка (2006), А.І. Свеженцова (2008), В.П. Кучерявого (2008), А.А. Поліщука (2010), Г.О. Богданова (2012), А.В. Гуцол (2014), Л.С. Дяченка (2015), О.О. Мазуренка (2002, 2015) та інших як теоретично, так і на основі експериментів обґрунтовано фізіологічну функцію та доцільність використання в годівлі свиней біологічно-активних кормових добавок різноманітного походження. Теоретичні й практичні аспекти ефективності використання пробіотичних препаратів у раціонах тварин та птиці вивчали Коцюмбас І.Я. (2003), Литвин В.П. (2004), Гужвинська С.О. (2005), Стегній Б.Т. (2005), Акименко Л.І. (2005), Голуб Ю.С. (2009), Засекін Д.А. (2011), Кучерук М.Д. (2011) та інші. Вони відзначали позитивний вплив пробіотичних препаратів на мікрофлору шлунково-кишкового тракту, неспецифічний імунітет, стимуляцію росту, підвищення продуктивності та якості отриманої продукції.

В останнє десятиліття зросла увага дослідників до структурних компонентів і продуктів метаболізму пробіотичних мікроорганізмів [28, 29]. Ці зміни пов'язані з розширенням уявлень про біологічну ефективність пробіотиків. Для визначення впливу пробіотика Протекто-актив на стан імунної системи організму поросят було проведено ряд досліджень.

Результати досліджень Протекто-активу на стан імунної системи поросят доповнюють сучасні уявлення про вплив пробіотичних препаратів на імунологічний стан організму свавців та птиці.

Мета дослідження – вивчення впливу пробіотика Протекто-актив на показники неспецифічної резистентності організму поросят у період їх відлучення від свиноматки.

Матеріал і методика досліджень. Під час дослідження впливу Протекто-активу на фагоцитоз визначали фагоцитарну активність, фагоцитарний індекс та індекс завершеності фагоцитозу. Вивчаючи вплив пробіотика Протекто-актив на показники неспецифічної ре-

зистентності організму молодняку свиней на дорошуванні, досліджували бактерицидну та лізоцимну активність сироватки крові.

Для проведення експериментальних досліджень застосовували пробіотик Протекто-актив, який виробляє ПП «БТУ-Центр» м. Ладизин Вінницької області.

За даними виробника основним складником пробіотика Протекто-актив є молочнокислі бактерії *Lactobacillus bulgaricus delbrueckii* у кількості 10^6 – 10^9 КУО/г, носієм яких є цеоліт. До складу пробіотика належать 15 амінокислот, з яких 7 замінних та 8 незамінних, вітаміни А, Е, групи В, каротиноїди.

Для проведення експерименту з поросят 45-добового віку за їх відлучення від свиноматок за принципом аналогів з урахуванням породи, живої маси та загального фізіологічного стану було сформовано 2 групи тварин по 5 голів у кожній. Умови утримання та годівлі тварин були однакові, а раціон був збалансований згідно з нормами урахування живої маси та віку тварин. Тваринам дослідної групи додатково до основного раціону додавали пробіотик Протекто-актив, який задавали разом з кормом відповідно у дозі 2 г на 10 кг маси тіла, один раз на добу впродовж 30 діб. Поросята контрольної групи отримували лише комбікорм.

Для проведення морфологічних досліджень відбирали кров від поросят дослідної і контрольної груп з орбітального синуса вранці до годівлі й одночасно проводили клінічний огляд тварин. Дослідження крові проводили до початку згодовування пробіотика, а також на 30, 45 та 60-у добу від початку дослідів.

Для визначення стану неспецифічного клітинного захисту у поросят досліджували фагоцитарну активність лейкоцитів за Гостевим В.С. (1950), що ґрунтується на явищі фагоцитозу – реакції організму, що проявляється здатністю клітин-фагоцитів захоплювати та перетравлювати чужорідні мікроорганізми. Як тест-мікроб використовували добову мікробну культуру *E. Coli* штам Рассвет 165 інституту ветеринарної медицини НААНУ. За постановки реакції у пробірку з 0,2 мл гепаринізованої крові додавали 0,1 мл стандартизованої до 2 млрд/мл суспензії добової культури *E. coli*, струшували та 30 хв інкубували у водяній бані за температури 37 °С. Із зависі клітин і мікроорганізмів готували мазки на предметних скельцях, висушували, фіксували та фарбували за Романовським-Гімза. Мазки досліджували під мікроскопом в імерсійній системі, підраховували 100 нейтрофілів, визначали яка їх кількість бере участь у фагоцитозі

та підраховували кількість поглинених ними мікробів. Завись, яка залишилася у пробірці, продовжували інкубувати впродовж 90 хв (для оцінювання завершеності фагоцитозу) і знову робили мазки, які потім досліджували під мікроскопом. Як показники фагоцитозу визначали фагоцитарну активність (ФА) за кількістю активних лейкоцитів зі 100 підрахованих (%). Фагоцитарний індекс (ФІ) – за кількістю фагоцитованих мікробних тіл, яка припадає на один активний псевдоеозинофіл і характеризує поглинальну здатність фагоцитів та фагоцитарне число (кількість фагоцитованих мікробних тіл на 100 підрахованих псевдоеозинофілів).

Виравовували фагоцитарне число (ФЧ) і фагоцитарний індекс (ФІ) за формулами:

$ФІ = \text{к-сть фагоцитованих мікроорганізмів} / ФА$;

$ФЧ = \text{к-сть фагоцитованих мікроорганізмів} / 100$.

Бактерицидну активність сироватки крові визначали нефелометричним методом (Смирнова О.В., Кузьміна Т.О., 1966), принцип якого полягає у тому, що мікроби впродовж визначеного часу піддаються дії сироватки крові за температури 37 °С. За таких умов чим слабша бактерицидна дія сироватки крові, тим активніше розмножуються мікроби, відтак збільшується каламутність зависі. Як тест-мікроб використовували добову культуру *E. Coli* штам Рассвет 165 інституту ветеринарної медицини НААНУ, а як поживне середовище – м'ясосептонний бульйон (МПБ). Нефелометрію проводили до та після 3-годинної інкубації за допомогою фотоелектричного колориметра – нефелометра ФЕК-56М з використанням зеленого світлофільтра. Контролем (у паралельному пучці світла) був фізіологічний розчин. Для обчислень використовували 2 показники – оптичну щільність МПБ з культурою і сироваткою одразу після змішування до інкубування та оптичну густину тієї самої зависі після 3 годин інкубації в термостаті, а також наступну формулу:

$БАСК, \% = 100 - (Огд_3 - Огд_0 / Огк_3 - Огк_0) \times 100$,

де $Огд_0$ – оптична густина дослідного зразка до інкубації;

$Огд_3$ – оптична густина дослідного зразка через 3 години інкубації;

$Огк_0$ – оптична густина контрольного зразка до інкубації;

$Огк_3$ – оптична густина контрольного зразка через 3 години інкубації.

Аналізуючи дані, враховували, що у пробірках з додаванням бактерицидно активної сироватки крові оптична густина не змінюється або знижується, тимчасом за слабкої БАСК оптична густина середовища різко зростає завдяки розмноженню мікробів. У пробірках контролю оптична густина

може зростати у 3 і більше разів. У пробірках, в які додається сироватка, відбувається затримання росту мікроорганізмів, і оптична густина наростає тим менше, чим сильніше виражена ця дія. Використовували добову мікробну культуру *E. coli* штам Рассвет 165 інституту ветеринарної медицини НАНУ.

Лізоцимну активність сироватки крові визначали фотоелектроколориметричним методом, принцип якого ґрунтується на властивості лізоциму сироватки крові спричиняти лізис бактерій *Micrococcus lysodeicticus*. Як тест-мікроб використовували добову культуру *Micrococcus Lysodeicticus* штам АТТС 9474 інституту ветеринарної медицини НАНУ. Нефелометрію здійснювали за допомогою фотоелектричного колориметра-нефелометра ФЕК-56М за довжини хвилі 540 нм. Показники реєстрували за шкалою світлопроникнення правого барабана. Показником активності лізоциму була відносна величина, що дорівнює різниці між відсотком світлопроникнення мікробної зависі (визначали за числовими показниками) після годинної експозиції у термостаті за температури 37 °С і відсотком світлопроникнення вихідної мікробної зависі (20 %, або 0,46–0,50 од. опт. густини) до інкубування.

Отриманий цифровий матеріал оброблено статистично за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel.

Експериментальні дослідження проводили з дотриманням етичних норм (Directive 86/609/ЕЕС) положень Європейської конвенції про захист безхребетних тварин, які використовуються для експериментів та наукових цілей (2005) та Загальних етичних принципів експериментів на тваринах (2013).

Результати дослідження та їх обговорення. Фагоцитарна система здійснює основну захисну функцію організму – фагоцитоз. Динаміку показників фагоцитарної ланки імунітету поросят, зокрема фагоцитарної активності

лейкоцитів крові (ФА), фагоцитарного індексу (ФІ) та фагоцитарного числа (ФЧ) представлено у таблиці 1.

Фагоцитарна активність крові у тварин як дослідної, так і контрольної груп за період проведення досліджень мала тенденцію до збільшення. Однак у дослідній групі ця тенденція була виражена більш інтенсивно. Так, фагоцитарна активність крові поросят дослідної групи була достовірно вища на 30-у добу на 5,8 % ($P<0,05$), на 45 – на 7,8 % ($P<0,01$) та наприкінці досліді – на 9,0 % ($P<0,001$), ніж у крові поросят контрольної групи.

Фагоцитарний індекс, який характеризує кількість захоплених мікроорганізмів одним активним фагоцитом, у поросят дослідної групи був більшим на 30-у добу на 40,2 % ($P<0,05$), на 45 – на 50,9 % ($P<0,01$) та наприкінці досліді – на 51,7 % ($P<0,001$), ніж у поросят контрольної групи. Це свідчить про підвищення активності нейтрофілів периферичної крові та їх підсилену здатність до захоплення і знешкодження чужорідних агентів.

Фагоцитарне число, що виражає кількість фагоцитованих мікробних клітин на 100 підрахованих лейкоцитів, у крові поросят дослідної групи було достовірно вищим на 45-у добу досліді на 25,2 % ($P<0,05$) та на 60 – на 24,8 % ($P<0,01$), порівнюючи з контрольною групою.

Бактерицидна активність сироватки крові відображає стан інтегрованих її властивостей проти умовно-патогенної та патогенної мікрофлори, яка потрапляє в організм тварин. Під впливом лізоциму мікроорганізми кишечника виділяють ад'ювантактівні сполуки, які, проникаючи в кров'яне русло, стимулюють імунну систему макроорганізму.

Динаміку показників бактерицидної активності сироватки крові (БАСК) та лізоцимної активності сироватки крові (ЛАСК) представлено на рисунках 1 та 2.

Таблиця 1 – Стан клітинного захисту лейкоцитів поросят за згодовування пробіотика Протекто-актив, $M \pm m$, $n=5$

Показник	Термін досліджень, діб			
	До досліді	30	45	60
Фагоцитарна активність, %	$33,40 \pm 2,44$ $37,00 \pm 1,92$	$44,80 \pm 1,83^*$ $39,00 \pm 1,41$	$48,00 \pm 1,76^{**}$ $40,20 \pm 1,36$	$51,00 \pm 1,22^{***}$ $42,00 \pm 1,05$
Фагоцитарний індекс, од	$0,85 \pm 0,09$ $0,93 \pm 0,08$	$1,43 \pm 0,15^*$ $1,02 \pm 0,06$	$1,63 \pm 0,15^{**}$ $1,08 \pm 0,06$	$1,82 \pm 0,07^{***}$ $1,20 \pm 0,07$
Фагоцитарне число, од	$2,52 \pm 0,17$ $2,49 \pm 0,13$	$3,17 \pm 0,25$ $2,63 \pm 0,11$	$3,37 \pm 0,21^*$ $2,69 \pm 0,12$	$3,56 \pm 0,09^{**}$ $2,86 \pm 0,13$

Примітка: над рискою – дослідна група, під рискою – контрольна;

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$, порівнюючи з контрольною групою.

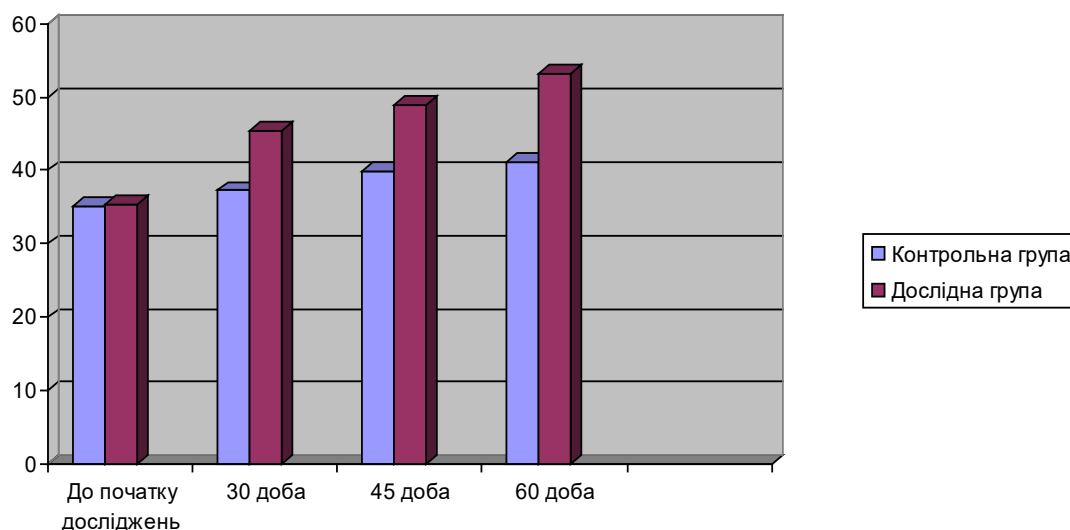


Рис. 1. Бактерицидна активність сироватки крові поросят після застосування пробіотика Протекто-актив, %, $M \pm m$, $n=5$

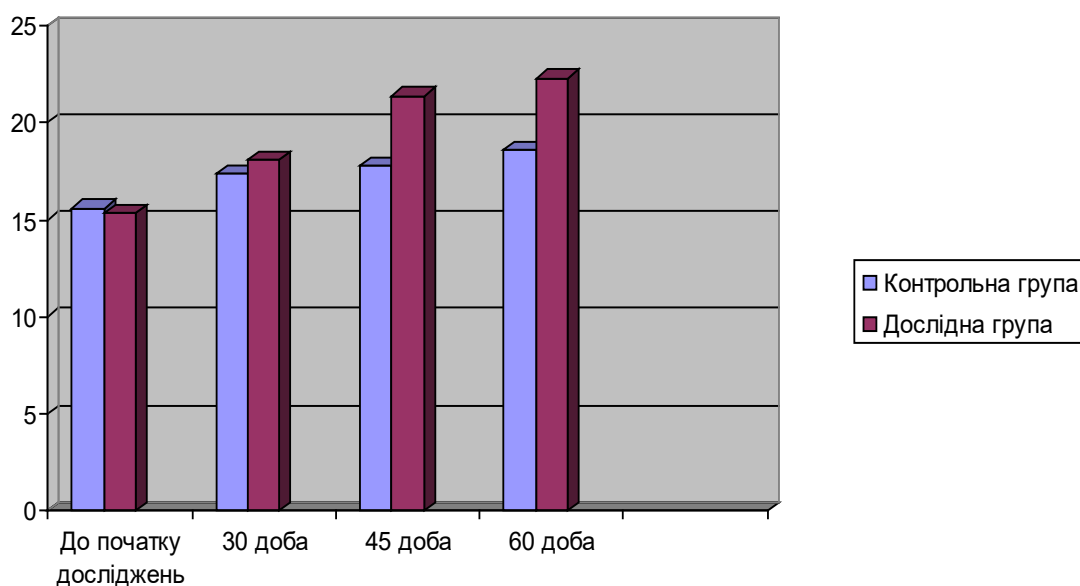


Рис. 2. Лізоцимна активність сироватки крові поросят після застосування пробіотика Протекто-актив, %, $M \pm m$, $n=5$

Перед постановкою дослідів статистично значущої різниці в показниках бактерицидної та лізоцимної активності сироватки крові дослідних і контрольних тварин не виявлено. Надалі встановлено поступове зростання БАСК і ЛАСК як у контрольній, так і в дослідній групах тварин. Однак у тварин, для яких застосовували пробіотик Протекто-актив, бактерицидна активність сироватки крові була достовірно вищою, ніж у тварин контрольної

групи на 8,13 % ($P < 0,05$) на 30-у добу, на 8,97 % ($P < 0,05$) – на 45 та на 12,10 % ($P < 0,01$) – на 60 добу досліджень. Це свідчить про позитивний вплив пробіотика Протекто-актив на здатність сироватки крові спричиняти загибель мікроорганізмів.

Аналіз даних дослідження впливу пробіотика Протекто-актив на лізоцимну активність сироватки крові доводить, що її рівень був достовірно вищим у поросят дослідної групи на 3,57 %

($P < 0,05$) на 45-у добу та на 3,71 % ($P < 0,01$) – на 60 добу досліджень.

Висновки. Аналіз даних досліджень довів, що пробіотик Протекто-актив позитивно впливав на антигеннеспецифічний імунітет молодняку свиней на дорошуванні, що проявлялося збільшенням фагоцитарної активності, зростанням кількості фагоцитованих клітин тест-культури *E.coli* та показників індексів фагоцитозу проти початкових показників та контролю. Застосування пробіотика Протекто-актив упродовж 30 діб сприяло зростанню показників неспецифічної резистентності організму молодняку свиней завдяки підвищенню бактерицидної та лізоцимної активності сироватки крові тварин. Ця тенденція зберігалася впродовж 30 діб після завершення згодовування пробіотика.

З метою профілактики розладів шлунково-кишкового тракту та підвищення стану природної резистентності, збереженості та продуктивності молодняку свиней на дорошуванні рекомендовано згодовувати пробіотик Протекто-актив у дозі 2 г (2×10^7 КУО) на 10 кг маси тіла один раз на добу впродовж 30 діб з комбікормом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Isaacson R., Kim H.B. The intestinal microbiome of the pig. *Animal Health Research Reviews*. 2012. Vol. 13 (1). P. 100–109.
2. Age-related changes in porcine humoral and cellular immune parameters / D. Potočnjak et al. *Veterinarski arhiv*. 2012. Vol. 82 (2). P. 167–181.
3. Роль апоптозу в імунних реакціях організму / Р.П. Маслянюк та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2014. Т. 16. № 2 (59). Ч. 2. С. 225–230. 65
4. Trevisi P., Pérez J.F. Diets and pig gut health: preface. *Animal Feed Science and Technology*. 2017. Vol. 233. P. 87–88.
5. Імунітет поросят на максимум. Прибуткове свиначство. *Всеукраїнський журнал*. 2012. № 6 (12). URL: <http://profisvine.pigua.info/indexukr.php?id=102>
6. Лукашук Б.О., Слівінська Л.Г. Вплив фітобіотики на показники неспецифічної резистентності поросят у підсисний період. *Наук. вісник Львів. нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. Львів, 2015. Т. 17. № 1 (61). ч. 1. С. 96–100.
7. Лукашук Б.О. Показники неспецифічної резистентності підсисних поросят за згодовування фітобіотики. *Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті: тези доповідей. Сучасні проблеми ветеринарної медицини: Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів і докторантів. (14–15 травня 2015 р.)*. Біла Церква, 2015. 13 с.
8. Похилько Ю.М., Кравченко Н.О. Вплив середовища культивування на антагоністичну активність молочнокислих бактерій. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. Вип. 24. С. 64–72.
9. Мерліч А.Г., Ліманська Н.В. Антагоністична активність бактерій *Lactobacillus plantarum*, виділених з рослинних джерел України та Франції, проти фітопатогенних бактерій. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2016. № 4. С. 71–85.
10. Методичні рекомендації з конструювання пробіотиків та застосування їх у практиці ветеринарної медицини / Скибіцький В. Г. та ін. К.: ЗАТ «Нічлава», 2013. 39 с.
11. Коваленко В.Ф. Вплив окремих мікробіотичних препаратів на процеси травлення. *Ветеринарна медицина України*. 2010. № 13. 58 с.
12. Arena M.P., Capozzi V., Spano G., Fiocco D. The potential of lactic acid bacteria to colonize biotic and abiotic surfaces and the investigation of their interactions and mechanisms. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2017. 101(7). P. 2641–2657.
13. Chiu Y.H., Lin S.L., Tsai J.J., Lin M.Y. Probiotic actions on diseases: implications for therapeutic treatments. *Food Funct*. 2014. 5(4). P. 625–634.
14. Hill C., Guarner F., Reid G. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*. 2014. 11(8). P. 506–514.
15. Широбоков В. П., Янковський Д. С., Димент Г. С. Нові стратегії в області створення і клінічного використання пробіотиків. *Вісн. фармакології та фармації*. 2010. № 2. С. 18–30.
16. Batista A., Silva M., Raices R. Quality parameters of probiotic yogurt added to glucose oxidase compared to commercial products through microbiological, physical-chemical and metabolic activity analyses. *Food Res. Int*. 2015. Vol. 77. P. 627–635.
17. Kanmani P., Satish Kumar R., Yuvaraj N. Probiotics and its functionally valuable products. A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. 2013. Vol. 53. N 6. P. 641–658.
18. Papadimitriou K., Zoumpopoulou G., Foligne B. Discovering probiotic microorganisms: in vitro, in vivo, genetic and omics approaches. *Frontiers in Microbiology*. 2015. Vol. 6. 58 p.
19. Антибактеріальні й імуномодулювальні властивості штамів лакто- та біфідобактерій за експериментальної стафілококової інфекції / В. В. Мокрозуб та ін. *Біотехнологія*. 2012. Т. 5. № 2. С. 98–104.
20. Мальяр Д.Д., Мельниченко Ю.О., Соломонюк Я.В., Бітюцький В.С. Вивчення ефективності застосування пробіотиків та пребіотиків на імунологічні та мікробіологічні показники перепелів. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць*. Біла Церква, 2013. Вип. 10 (105). С. 53–56.
21. Дослідження імуномодулювальної дії нових пробіотичних препаратів / Ю.О. Мельниченко та ін. *Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин; ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. 2014. Вип. 15. № 1. С. 201–208.
22. Жила М. І., Левицький Т. Р., Кушнір І. М. Фармакологічні властивості пробіотичних кормових добавок та їх вплив на продуктивність поросят при відгодівлі. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин, ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. Львів, 2014. Вип. 15. № 1. С. 158–163.
23. Стояновський В.Г. Пробиотики та імунна система. *Ветеринарія*. 2011. № 4 (101). С. 21–25.

24. Хижняк О.С., Краснопольський Ю.М. Біотехнологічні аспекти отримання комплексного препарату, який містить різні штами пробіотичних культур. Вісник НТУ «ХПІ». Харків: НТУ «ХПІ», 2013. № 4 (978). С. 113–118.

25. Хижняк О.С., Краснопольський Ю.М. Біотехнологічні аспекти створення препаратів на основі пробіотиків. Вісник НТУ «ХПІ». Харків: НТУ «ХПІ», 2012. № 44 (950). С. 72–78.

26. Розробка методів контролю якості та дослідження пробіотичного препарату, призначеного для лікування і профілактики алергії та дисбактеріозу / К.Г. Жемерова та ін. Український журнал клінічної та лабораторної медицини. 2012. Т. 7. № 4. 2012. С. 169–174.

27. Старовойтова С.О., Скроцька О.І., Пенчук Ю.М., Пирог Т.П. Технологія пробіотиків. Підручник. К.: НУХТ, 2012. 318 с.

28. Productivity and mineral exchange in the body of young pigs when feeding probiotics / O. Cherniavskyi et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. 9 (1). P. 220–225.

29. Influence of mannan oligosaccharides for getting high quality ecologically safe swine production / O. Kuzmenko et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. 8 (2). P. 225–229, Doi: Available at: https://doi.org/10.15421/2018_331.

REFERENCES

1. Isaacson, R. H., Kim, B., Isaacson, R. (2012). The intestinal microbiome of the pig. *Animal Health Research Reviews*. Vol. 13 (1), pp. 100–109.

2. Potočnjak, D., Kezić, D., Popović, M. (2012). Age-related changes in porcine humoral and cellular immune parameters. *Veterinarski arhiv*. Vol. 82 (2), pp. 167–181.

3. Masljanko, R.P., Bozhik, N.D. (2014). Levkiv'ska Rol' apoptozu v imunnih reakcijah organizmu [The role of apoptosis in the body's immune responses]. *Naukovij visnik L'viv's'kogo nacional'nogo universitetu veterinarnoї medicini ta biotehnologij imeni S.Z. Gzhič'kogo* [Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv]. Vol. 16, no. 2 (59), Part 2, pp. 225–230. 65

4. Trevisi, P., Pérez, J.F. (2017). Diets and pig gut health: preface. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 233, pp. 87–88.

5. Imunitet porosjat na maksimum [Piglets' immunity is at its maximum]. *Pributkove svinarstvo* [Profits pig farming]. *Vseukrains'kij zhurnal* [All-Ukrainian magazine]. 2012, no. 6 (12). Available at: <http://profisvine.pigua.info/indexukr.php?id=102>

6. Lukashhuk, B.O., Slivins'ka, L.G. (2015). Vpliv fitobiotika na pokazniki nespecifichnoї rezistentnosti porosjat u pidsisnij period [Influence of phytobiotic on indicators of nonspecific resistance of piglets in the suckling period]. *Nauk. visnik L'viv. nac. un-tu vet. medicini ta biotehnologij imeni S.Z. Izhič'kogo* [Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv]. Lviv, Vol. 17, no. 1 (61), Part 1, pp. 96–100.

7. Lukashhuk, B.O. (2015). Pokazniki nespecifichnoї rezistentnosti pidsisnih porosjat za zgodovuvannya fitobiotika [Indicators of nonspecific resistance of suckling piglets for feeding phytobiotics]. *Naukovi poshuki molodi u tret'omu tisjacholitti: tezi dopovidej. Suchasni problemi veterinarnoї medicini: Mizhnar. nauk.-prakt. konf. molodih uchenih, aspirantiv i doktorantiv. (14–15 travnja 2015 r.)* [Scientific research of young people in the third millennium: abstracts

of reports. Modern problems of veterinary medicine: International scientific-practical conf. young scientists, graduate students and doctoral students. (May 14–15, 2015)]. *Bila Tserkva*, 13 p.

8. Pohil'ko, Ju.M., Kravchenko, N.O. (2016). Vpliv seredovishha kul'tivuvannya na antagonistichnu aktivnist' molochnokislih bakterij [The influence of the culture medium on the antagonistic activity of lactic acid bacteria]. *Sil's'kogospodars'ka mikrobiologija* [Agricultural microbiology]. Issue 24, pp. 64–72.

9. Merlich, A.G., Limans'ka, N.V. (2016). Antagonistichna aktivnist' bakterij *Lactobacillus plantarum*, vidiljenih z roslinnih dzherel Ukraini ta Francii, proti fitopatogennih bakterij [Antagonistic activity of *Lactobacillus plantarum* bacteria isolated from plant sources of Ukraine and France against phytopathogenic bacteria]. *Mikrobiologija i biotehnologija* [Microbiology and biotechnology]. no. 4, pp. 71–85.

10. Skibic'kij, V.G., Kozlov's'ka, G.V., Ibatullina, F.Zh. (2013). Metodichni rekomendacii z konstruvannya probiotikiv ta zastosuvannya ih u praktici veterinarnoї medicini [Methodical recommendations for the design of probiotics and their application in the practice of veterinary medicine]. K.: CJSC "Nichlava", 39 p.

11. Kovalenko, V.F. (2010). Vpliv okremih mikrobiotichnih preparativ na procesi travlennja [Influence of separate probiotic preparations on digestive processes]. *Veterinarna medicina Ukraini* [Veterinary medicine of Ukraine]. no. 13, 58 p.

12. Arena, M.P., Capozzi, V., Spano, G., Fiocco, D. (2017). The potential of lactic acid bacteria to colonize biotic and abiotic surfaces and the investigation of their interactions and mechanisms. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 101(7), pp. 2641–2657.

13. Chiu, Y.H., Lin, S.L., Tsai, J.J., Lin, M.Y. (2014). Probiotic actions on diseases: implications for therapeutic treatments. *Food Funct.* 5(4), pp. 625–634.

14. Hill, C., Guarner, F., Reid, G. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*. 11(8), pp. 506–514.

15. Shirobokov, V. P., Jankov's'kij, D. S., Diment, G. S. (2010). Novi strategii v oblasti stvorennja i klinichnogo vikoristannya probiotikiv [New strategies in the field of creation and clinical use of probiotics]. *Visn. farmakologii ta farmacii* [Bulletin of Pharmacology and Pharmacy]. no. 2, pp. 18–30.

16. Batista, A., Silva, M., Raices, R. (2015). Quality parameters of probiotic yogurt added to glucose oxidase compared to commercial products through microbiological, physical–chemical and metabolic activity analyses. *Food Res. Int.* Vol. 77, pp. 627–635.

17. Kanmani, P., Satish, Kumar R., Yuvaraj, N. (2013). Probiotics and its functionally valuable products – A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* Vol. 53, no. 6, pp. 641–658.

18. Papadimitriou, K., Zoumpopoulou, G., Foligne, B. (2015). Discovering probiotic microorganisms: in vitro, in vivo, genetic and omics approaches. *Frontiers in Microbiology*. Vol. 6, 58 p.

19. Mokrozub, V. V., Lazarenko, L. M., Babenko, L. P. (2012). Antibakterial'ni j imunomoduljuval'ni vlastivosti shtamiv lakto- ta bifidobakterij za eksperimental'noi stafilokokovoi infekcii [Antibacterial and immunomodulatory

properties of lacto- and bifidobacterial strains in experimental staphylococcal infection]. *Biotechnologija* [Biotechnology]. Vol. 5, no. 2, pp. 98–104.

20. Maljar, D.D., Mel'nichenko, Ju.O., Solomonjuk, Ja.V., Bitjuc'kij, V.S. (2013). Vivchennja efektnosti zastosuvannja probiotikiv ta prebiotikiv na imunologichni ta mikrobiologichni pokazniki perepeliv [Study of the effectiveness of probiotics and prebiotics on immunological and microbiological parameters of quails]. *Tehnologija virobnictva i pererobki produkciï tvarinnictva: zb. nauk. prac'* [Technology of production and processing of livestock products: a collection of scientific papers]. Bila Tserkva, Issue 10 (105), pp. 53–56.

21. Mel'nichenko, Ju.O., Maljar, D.D., Lazarenko, L.M. (2014). Doslidzhennja imunomoduljuval'noi dii novih probiotichnih preparativ [Investigation of the immunomodulatory effect of new probiotic drugs]. *Nauk.-tehn. bjul. In-tu biologii tvarin; DNDKI vetpreparativ ta kormovih dobavok* [Scientific and technical byul. Inst. Of Animal Biology; DNDKI veterinary drugs and feed additives]. Issue 15, no. 1, pp. 201–208.

22. Zhila, M. I., Levic'kij, T. R., Kushnir, I. M. (2014). Farmakologichni vlastivosti probiotichnih kormovih dobavok ta ih vpliv na produktivnist' porosjat pri vidgodivli [Pharmacological properties of probiotic feed additives and their effect on the productivity of piglets during fattening]. *Naukovo-tehnichnij bjuleten' Institutu biologii tvarin, DNDKI vetpreparativ ta kormovih dobavok* [Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Biology, DNDKI veterinary drugs and feed additives]. Lviv, Issue 15, no. 1, pp. 158–163.

23. Stojanovs'kij, V.G. (2011). Probiotiki ta imunna sistema [Probiotics and the immune system]. *Veterinarija* [Veterinary medicine]. no. 4 (101), pp. 21–25.

24. Hizhnjak, O.S., Krasnopol's'kij, Ju.M. (2013). Biotechnologichni aspekti otrimannja kompleksnogo preparatu, jakij mistit' rizni shtami probiotichnih kul'tur [Biotechnological aspects of obtaining a complex preparation containing different strains of probiotic cultures]. *Visnik NTU «HPI»* [Bulletin of NTU "KhPI"]. Kharkiv: NTU "KhPI", no. (978), pp. 113–118.

25. Hizhnjak, O.S., Krasnopol's'kij, Ju.M. (2012). Biotechnologichni aspekti stvorennja preparativ na osnovi probiotikiv [Biotechnological aspects of creating drugs based on probiotics]. *Visnik NTU «HPI»* [Bulletin of NTU "KhPI"]. Kharkiv: NTU "KhPI", no. 44 (950), pp. 72–78.

26. Zhemerova, K.G., Dunaj, O.V., Galkin, O.Ju., Malder, L., Hemert, S.van. (2012). Rozrobka metodiv kontrolju jakosti ta doslidzhennja probiotichnogo preparatu, priznachenogo dlja likuvannja i profilaktiki alergii ta disbakteriozu [Development of methods of quality control and research of a probiotic drug intended for the treatment and prevention of allergies and dysbacteriosis]. *Ukrains'kij zhurnal klinichnoi ta laboratornoi medicini* [Ukrainian Journal of Clinical and Laboratory Medicine]. Vol. 7, no. 4, pp. 169–174.

27. Starovojtova, S.O., Skroc'ka, O.I., Penchuk, Ju.M., Pirog, T.P. (2012). *Tehnologija probiotikiv* [Technology of probiotics]. Pidruchnik [Textbook K.: NUHT, 318 p.

28. Cherniavskiy, O., Babenko, S., Bomko, V., Dyachenko, L., Slomchynskiy, M., Chernyuk, S., Kuzmenko, O., Tytariova, O., Horchanok, A., Polishchuk, V., Bilkevych, V.,

Polishchuk, S., Ponomarenko, N. (2019). Productivity and mineral exchange in the body of young pigs when feeding probiotics. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9 (1), pp. 220–225.

29. Kuzmenko, O., Bomko, V., Babenko, S., Horchanok, A., Slomchinskyy, M., Tytariova, O., Chernyavskyy, O., Prizjashnjuk, N. (2018). Influence of mannan oligosaccharides for getting high quality ecologically safe swine production. *Ukrainian Journal of Ecology*. 8 (2), pp. 225–229. Available at: https://doi.org/10.15421/2018_331.

Клеточная защита организма поросят при отъёме под влиянием пробиотика

Бондаренко Л.В.

Иммунная система обеспечивает постоянство гомеостаза организма. Состояние естественной резистентности организма определяется комплексом защитных механизмов неспецифического характера. В поддержании иммунитета активно участвуют лимфоциты и фагоциты. Лимфоциты распознают антигены патогенных микроорганизмов, а фагоциты поглощают и разрушают самих возбудителей. В период отъема поросят от свиноматки наблюдается снижение защитных сил их организма. В этот период снижается естественная резистентность организма поросят из-за стрессовой ситуации, вызванной изменением условий содержания, переходом на полнорационные корма и отсутствием свиноматки. Иммунная система поросят при отъёме относительно слабая, поэтому при воздействии экологических и технологических стресс-факторов они становятся восприимчивы к различным заболеваниям. Использование пробиотических препаратов стимулирует активность иммунной системы, предупреждает возникновение стрессов и иммунодефицитов. Одним из таких пробиотиков является пробиотик отечественного производства Протекто-актив. При исследовании влияния пробиотика Протекто-актив на показатели неспецифической резистентности организма молодняка свиней на доращивании у поросят опытной группы отмечали увеличение бактерицидной активности сыворотки крови на 12,10 % ($P < 0,05$) и лизоцимной активности – на 3,71 % по сравнению с контролем, что свидетельствует об активации защитных сил организма и нарастании адаптационной способности.

Важным этапом исследования влияния пробиотика Протекто-актив на состояние иммунной системы является определение фагоцитарной активности нейтрофилов, фагоцитарного индекса и фагоцитарного числа. В опытной группе поросят, которым скармливали пробиотик Протекто-актив, установлено повышение фагоцитарной активности лейкоцитов на 9,0 % ($P < 0,001$), фагоцитарного индекса – на 51,7 % ($P < 0,001$) и фагоцитарного числа – на 24,8 % ($P < 0,01$) по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, при применении пробиотика Протекто-актив увеличиваются все показатели фагоцитоза: увеличивается количество фагоцитов, их способность к захвату микроорганизмов и переваривая способность, повышается бактериальная и лизоцимная активность сыворотки крови, что положительно отражается на иммунобиологической реактивности организма поросят в период отъёма.

Ключевые слова: пробиотик, фагоцитоз, фагоцитарный индекс, фагоцитарное число, фагоцитарная активность лейкоцитов, клеточный иммунитет, поросята.

The cell protection of weaned pigs for probiotics**Bondarenko L.**

The immune system is central to ensuring the consistency of the body's homeostasis. The state of the body's natural resistance is determined by a set of non-specific protective mechanisms. Lymphocytes and phagocytes are actively involved in maintaining immunity. Lymphocytes recognize the antigens of pathogenic microorganisms, and phagocytes absorb and destroy the pathogens themselves. During the weaning of piglets from sows there is a decrease in the protective forces of their body. During this period, the natural resistance of the piglets is reduced due to the stressful situation caused by changing conditions of confinement, the transition to full feed and lack of sows. The immune system of weaning pigs is relatively weak, so when exposed to environmental and technological stressors, they become susceptible to various diseases. The use of probiotic drugs stimulates the activity of the immune system, prevents stress and immunodeficiency. One of these probiotics is the probiotic of domestic production Protecto-active. It was observed the influence of the probiotic Protecto-active on the indices of nonspecific resistance of the young pigs

organism to the growth. An increase in bactericidal activity of blood serum by 12.10% ($P < 0.05$) and lysozyme activity of blood in the piglets of the experimental group was increased by 3.71% compared to control, which indicates the activation of the body's defenses and the increase in adaptive capacity.

An important step in the study of the influence of the probiotic Protecto-active on the state of the immune system is to determine the phagocytic activity of neutrophils, phagocytic index and phagocytic number. In the experimental group of piglets that were fed the probiotic Protecto-active, we found an increase in leukocyte phagocytic activity by 9.0% ($P < 0.001$), a phagocytic index by 51.7% ($P < 0.001$) and a phagocytic number by 24.8% ($P < 0.01$) compared with the control group.

Thus, using a probiotic Protecto-active, all indicators of phagocytosis increase: the number of phagocytes increases, their ability to capture microorganisms and increases their digestive capacity, it increases the bacterial and lysozyme activity of blood serum, which is positively reflected in the immunobiosity.

Key words: probiotic, phagocytosis, phagocytic index, phagocytic number, phagocytic activity of leukocytes, cellular immunity, piglets



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



Бондаренко Л.В.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-3751-9140>

ЕКОЛОГІЯ

УДК 57.087.1:681.3.068

Математична модель прогнозування накопичення важких металів у продукції свинарства

Чала О.С.¹ , Чалий О.І.² , Нагорний С.А.¹ 

¹ Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

² Харківська державна зооветеринарна академія

 chaliolisobol@gmail.com



Чала О.С., Чалий О.І. Нагорний С.А. Математична модель прогнозування накопичення важких металів у продукції свинарства. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 120–127.

Chala O.S., Chalyj O.I. Nagornyj S.A. Matematychna model' prognosuvannya nakopychennja vazhkyh metaliv u produkci' svynarstva. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytstva i pererobky produkci' tvarynnnytstva», 2020. № 2. PP. 120–127.

Рукопис отримано: 07.09.2020р.

Прийнято: 25.09.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-120-127

Наведено дані дослідження зі впливу надмірних доз важких металів, а саме Кадмію і Плюмбуму, на організм молодяку свиней. Важкі метали згодовували окремо і сумісно, у дозах, що перевищують гранично допустимі концентрації в кормах у 10 і 20 разів. У такий спосіб змодельовано процес інтоксикації біологічного об'єкта (свині) важкими металами, що може статись унаслідок забруднення довкілля. Дослідження проводили з метою визначення напрямку і ступеня впливу важких металів на живу масу, масу внутрішніх органів тварин, ступінь накопичення у продукції свинарства. За допомогою статистичної обробки отриманих даних побудували математичні моделі і встановили кореляційний зв'язок між досліджуваними чинниками.

Встановлено, що важкі метали мають суттєвий негативний вплив на інтенсивність росту тварин, і сила впливу зростає із дозою. Це підтверджує і високий кореляційний зв'язок між цими ознаками – коефіцієнт кореляції (r) становить 0,854. Так, жива маса свиней наприкінці досліду як у I, так і у II серіях за дії хемотоксикантів зменшувалася на 5,5–14,8 % проти контролю. Сила впливу залежала і від самого токсину. Так, найбільший негативний ефект спостерігали за дії самого Кадмію та Кадмію і Плюмбуму разом. Важкі метали більше накопичувалися в печінці і нирках, найменше – у м'язах. Побудовані рівняння регресії довели, що головний вплив на збільшення вмісту Кадмію і Плюмбуму в органах і м'ясі має зростання дози відповідного елемента в кормах. Вміст Кадмію в кормах впливав на вміст Плюмбуму у м'ясі – зі збільшенням його концентрації, вміст Плюмбуму у м'ясі зменшувався. Отримані дані досліджень дають уяву про напрям і ступінь дії важких металів на біологічні об'єкти. Математичні моделі можуть використовуватись для прогнозування впливу та ступеня накопичення хемотоксикантів у продукції свинарства

Ключові слова: Плюмбум, Кадмій, продукція свинарства, екоцидний вплив, міграція ксенобіотиків, математичні моделі.

Постановка проблеми. Дослідження останніх років свідчать про критичний стан навколишнього середовища, який обумовлений збільшенням кількості різних забруднювачів у довкіллі [1]. Серед цих забруднювачів особливу групу становлять важкі метали (Цинк, Кадмій, Меркурій, Плюмбум та інші) [2]. Ці ксенобіотики швидко мігрують та накопичуються в компонентах біосфери (повітря, вода, ґрунт – рослини – тварини), ускладнюючи виробництво екологічно безпечної сільськогосподарської продукції [3].

Відомо, що здоров'я людини безпосередньо залежить від якості та екологічної безпеки харчових продуктів, тому це питання потребує особливої уваги [4]. Вивчення механізму впливу, інтенсивності міграції харчовими ланцюгами та пошук способів зниження вмісту важких металів у продуктах тваринництва має велике практичне значення. Це є актуальним і під час виробництва свинини.

Аналіз останніх досліджень. Одна з екологічних проблем людства – невинне зростання вмісту сполук важких металів у ґрунті, воді

та атмосфері індустріально розвинутих країн і міст [5, 6]. Основним джерелом надходження важких металів у екосистеми є техногенні об'єкти: промислові підприємства, транспорт, полігони твердих побутових відходів та інші [7]. Важкі метали здатні поступово накопичуватися за ланками харчового ланцюга, водночас найбільша концентрація спостерігатиметься у кінцевій його ланці [8]. Так, у тварин, які споживають забруднені корми, метали концентруються в окремих органах, і людина, що вживає м'ясні та молочні продукти від них, отримує збільшену концентрацію цих елементів [9].

Серед основних важких металів найбільш токсичними для організму тварин є Cd та Pb. Ці елементи мають виражену токсичність, навіть за найнижчих концентрацій [10]. З кожним роком концентрація Кадмію в ґрунтах, відтак у різних кормах збільшується на 0,2 % на рік. Щодо Плюмбуму, це один із найпоширеніших і водночас небезпечних елементів у токсикологічному сенсі, його виявляють у мікрокількостях майже повсюдно [11, 12]. Обидва ці токсиканти дуже токсичні, вони блокують роботу важливих для життєдіяльності організму ферментів, пошкоджують роботу внутрішніх органів [13], знижують резистентність організму до хвороб, негативно впливають на спадковість, руйнують еритроцити крові [14].

У разі надходження надлишкових кількостей Кадмію і Плюмбуму в організм порушується обмін деяких есенціальних елементів (Феруму, Купруму, Сульфору, Йоду), збільшується виведення Кальцію і Фосфору із запасів організму та знижується міцність кісток [15].

Важкі метали негативно впливають на продуктивність тварин, змінюють хімічний склад,

показники біологічної цінності і санітарної якості продукції тваринництва. Така продукція негативно позначається на здоров'ї населення [14].

З огляду на це, існує необхідність здійснювати контроль вмісту важких металів у трофічних ланцюгах, зокрема «корми – тварина – продукція тваринництва (м'ясо)» для отримання екологічно безпечної продукції для споживача.

Важливим є розроблення математичних моделей вмісту важких металів у трофічних ланцюгах, що дає змогу на основі показників вмісту важких металів у одній з ланок (ґрунт, корми) достовірно прогнозувати їх кількість у наступній (корми, продукція тваринництва).

Мета дослідження – вивчити ступінь впливу ксенобіотиків на продуктивні якості та розробити способи прогнозування їх міграції в організм молодяку свиней.

Матеріал і методи дослідження. Ступінь впливу Кадмію та Плюмбуму, а також процес біогенної міграції важких металів у системі «корми – організм свиней – продукція (м'ясо)» вивчали через постановку та проведення науково-виробничого дослід. Дослід виконували на кнурцях-кастратах великоїбілої породи у віці 3,5 місяців. Початкова жива маса становила 30 кг. За принципом пар-аналогів було сформовано 4 групи, по 10 голів у кожній. Перша група була контрольною. Після 15-добового порівняльного періоду в раціон свиней дослідних груп вводили солі важких металів (сумісно та окремо), зокрема Кадмію та Плюмбуму, в дозах, які перевищують гранично допустимі концентрації у комбікормах для свиней у 10 разів, створюючи модель екоцидного впливу (табл.1).

За такою самою схемою проводили і II серію досліджень, водночас доза важких металів

Таблиця 1 – Схема досліду

Група	Кількість голів	Умови досліду
Підготовчий період 15 діб (у I та II серіях дослідів)		
I–V	10	ОР (основний раціон) (вміст у кормах Pb<5 мг/кг, Cd<0,4 мг/кг)
Основний період 138 діб (у I та II серіях дослідів)		
I серія		
I (контроль)	10	ОР (вміст у кормах Pb<5 мг/кг, Cd<0,4 мг/кг)
II (дослідна)		ОР+Pb (10ГДК)
III (дослідна)		ОР+Cd (10ГДК)
IV (дослідна)		ОР+Pb (10ГДК)+Cd (10ГДК)
II серія		
I (контроль)	10	ОР (вміст у кормах Pb<5 мг/кг, Cd<0,4 мг/кг)
II (дослідна)		ОР+Pb (20ГДК)
III (дослідна)		ОР+Cd (20ГДК)
IV (дослідна)		ОР+Pb (20ГДК)+Cd (20ГДК)

Примітка: ОР – основний раціон.

перевищувала гранично допустимі концентрації у комбікормах для свиней у 20 разів. Тривалість основного періоду становила як у I, так і у II серіях дослідів 138 діб.

Годівля дослідних тварин була груповою, дворазовою. Раціон за рівнем енергетичного живлення та поживними речовинами відповідав установленим нормам. Вміст Кадмію та Плюмбуму в комбікормі не перевищував ГДК. З метою дослідження інтенсивності накопичення важких металів у внутрішніх органах і тканинах наприкінці досліду було проведено контрольний забій тварин, по 3 голови з кожної групи. Концентрацію Плюмбуму і Кадмію в кормах та біологічному матеріалі встановлювали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі AAS-30 (Німеччина).

Дані досліджень обробляли математико-статистичними методами із застосуванням пакетів прикладних програм Excel-2010 (Microsoft) та Statistica-10 (Stat Soft Inc.) [16, 17].

Побудову математичної моделі залежності вмісту Кадмію і Плюмбуму у м'ясі та органах свиней (Y) від дози спожитих важких металів (X) здійснювали в межах пакета «Аналіз даних» програми MS Excel-2010. Використовували інструмент «регресія» та метод відбору найбільш інформативних змінних (найвищим значенням коефіцієнта детермінації R , найнижчим значенням рівня значущості за Фішером p_F , за умови значущості усіх його коефіцієнтів за Стьюдентом на рівні p_{Si} не більш як 0,05).

Результати дослідження та обговорення. Під час постановки тварин на відгодівлю підсвинки як у I, так і II серіях досліджень за живою масою не різнилися, достовірної різниці між серіями також встановлено не було. Наприкінці досліду різниця у живій масі між контрольною та дослідними групами була достовірною у двох серіях досліджень. Так, жива

маса тварин II, III та IV дослідних груп у першій серії дослідження знижувалась, порівнюючи з контролем, відповідно на 2,8 % ($P \geq 0,95$), 5,5 % ($P \geq 0,99$) та 4,4 % ($P \geq 0,99$) (табл. 2).

У другій серії досліджень жива маса тварин у дослідних групах зменшувалась ще більше від контролю. Так, жива маса тварин II, III, IV та V дослідних груп була меншою проти контрольної групи відповідно на 5,7 % ($P \geq 0,999$), 9,0 % ($P \geq 0,999$), 10,8 % ($P \geq 0,999$), 1,2 % ($P \geq 0,90$).

Кореляційний аналіз отриманих даних за допомогою інструменту «кореляція» довів, що між живою масою тварин та застосованими дозами (показниками I і II серій дослідів) важких металів існує високий кореляційний зв'язок, на що вказує значення коефіцієнта кореляції $r=0,854$.

Згодовування тваринам Плюмбуму і Кадмію як сумісно, так і окремо у дозах 10 та 20 ГДК мало вплив на показники живої маси та маси внутрішніх органів дослідних тварин. Кінцева жива маса відгодівельних свиней як у I, так і у II серіях дослідів за дії важких металів зменшувалась на 5,4–14,8 % проти контролю, водночас найбільший негативний ефект був у тварин III дослідної групи у I серії та IV дослідної групи у II серії дослідів.

Отже, отримані дані свідчать, що зі збільшенням дози важких металів їх негативний вплив на живу масу тварин зростає. Це підтверджує і високий кореляційний зв'язок між цими ознаками – коефіцієнт кореляції (r) становить 0,854.

Аналіз впливу Кадмію і Плюмбуму на масу внутрішніх органів довів, що між дозою важких металів і масою нирок, печінки і селезінки склалась складна залежність, оскільки зі збільшенням дози в деяких випадках відбувалось зменшення, а в деяких збільшення маси цих органів. Зв'язок між цими ознаками мав слабкий і найменший ступінь (дуже слабку кореляцію спостерігали між дозою токсикантів і масою

Таблиця 2 – Жива маса та маса внутрішніх органів тварин наприкінці досліду за дії важких металів (у % до показника контрольної групи)

Показники	Групи				Коефіцієнт кореляції, r
	I	II	III	IV	
Жива маса	100	$\frac{97,2^1}{94,3}$	$\frac{94,5}{90,9}$	$\frac{95,6}{89,2}$	0,854
Печінка	100	$\frac{99,5}{111,1}$	$\frac{97,5}{112,1}$	$\frac{98,9}{114,6}$	- 0,034
Нирки	100	$\frac{91,9}{101,6}$	$\frac{86,3}{99,8}$	$\frac{90,4}{83,1}$	0,348
Селезінка	100	$\frac{96,1}{118,2}$	$\frac{93,7}{92,2}$	$\frac{89,8}{102,8}$	-0,213

Примітка: ¹ - у числівнику наведено дані I серії досліджень, а у займеннику – II серії досліджень.

нирок ($r > 0,4$), дуже слабку від'ємну кореляцію – для маси печінки ($r > 0,03$) і селезінки ($r > 0,2$). Отже, стверджувати, що збільшення дози Кадмію і Плюмбуму у кормах тварин призводить до зменшення або збільшення маси печінки, нирок і селезінки, не можна. Зменшення живої маси та маси внутрішніх органів тварин за дії важких металів можна пояснити механізмом дії токсикантів, зокрема зменшенням активності ферментів, у тому числі шлунково-кишкового тракту, впливом на перетравність і обмін поживних речовин. Зростання маси печінки, нирок, селезінки у II серії дослідів, поряд зі зменшенням цих показників у I серії, можна пояснити активізацією роботи цих органів-детоксикантів в організмі зі зростанням дози. Це підтверджується і характером розподілу важких металів у внутрішніх органах.

Дослідження внутрішніх органів на вміст у них Плюмбуму і Кадмію довело, що найбільше ці метали накопичувались у нирках та печінці і менше (у послідовності) у селезінці та м'язах (табл. 3).

Щодо Кадмію, найбільша його концентрація була у нирках і печінці тварин III і IV дослідних

груп, найменша – у м'язах як у I, так і у II серіях дослідів. Значним також було накопичення Кадмію у селезінці дослідних тварин, особливо у тварин IV групи, де Кадмій і Плюмбум згодували сумісно. Зі збільшенням дози (II серія) накопичення Кадмію в органах свиней IV групи було найбільшим, порівнюючи з тваринами інших дослідних груп, як для I, так і для II серій.

За сумісної дії токсикантів накопичення Плюмбуму в нирках, печінці, селезінці та м'ясі було меншим, порівнюючи з показниками II групи (на які впливав лише Плюмбум). Особливо помітним це було у II серії дослідів, що може пояснюватись антагоністичною дією між Кадмієм та Плюмбумом і перерозподілом, у зв'язку з цим, ксенобіотиків у організмі.

Кореляційний аналіз наведених даних довів високу силу зв'язку між дозою важких металів та вмістом Кадмію у м'ясі ($r = 0,781$), нирках ($r = 0,765$) і селезінці ($r = 0,842$). Середній і слабкий статистичний зв'язок спостерігався між дозою токсикантів і вмістом Кадмію в печінці ($r = 0,534$).

Накопичення і розподіл Плюмбуму у внутрішніх органах і тканинах тварин дослідних

Таблиця 3 – Вміст важких металів у м'ясі та внутрішніх органах дослідних тварин, мг/кг

Група	М'ясо	Печінка	Нирки	Селезінка
Кадмій				
I	$0,04 \pm 0,01^1$	$0,22 \pm 0,01$	$0,74 \pm 0,09$	$0,16 \pm 0,01$
	$0,041 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,04$	$0,18 \pm 0,02$
II	$0,04 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,01$	$0,77 \pm 0,06$	$0,17 \pm 0,04$
	$0,042 \pm 0,01$	$0,29 \pm 0,02$	$0,78 \pm 0,07^{***}$	$0,2 \pm 0,02$
III	$0,08 \pm 0,01^{***}$	$2,91 \pm 0,05^{***}$	$25,32 \pm 0,01^{***}$	$0,55 \pm 0,01^{***}$
	$0,10 \pm 0,01^{***}$	$3,91 \pm 0,1^{***}$	$30,78 \pm 0,94^{***}$	$0,57 \pm 0,02^{***}$
IV	$0,09 \pm 0,04^{**}$	$2,98 \pm 0,02^{***}$	$23,02 \pm 0,14^{***}$	$0,81 \pm 0,01^{***}$
	$0,16 \pm 0,03^*$	$4,44 \pm 0,11^{***}$	$36,6 \pm 3,38^{***}$	$2,92 \pm 0,02^{***}$
Коефіцієнт кореляції, r	$0,781$	$0,534$	$0,765$	$0,842$
Плюмбум				
I	$0,47 \pm 0,02$	$0,58 \pm 0,01$	$0,74 \pm 0,03$	$0,48 \pm 0,02$
	$0,43 \pm 0,01$	$0,57 \pm 0,08$	$0,79 \pm 0,03$	$0,46 \pm 0,03$
II	$0,63 \pm 0,01^{**}$	$1,04 \pm 0,07^{**}$	$0,91 \pm 0,02^{**}$	$1,9 \pm 0,11^{***}$
	$0,96 \pm 0,01^{***}$	$5,36 \pm 0,24^{***}$	$2,59 \pm 0,02^{***}$	$2,06 \pm 0,03^{***}$
III	$0,41 \pm 0,03^*$	$0,67 \pm 0,02^*$	$0,9 \pm 0,04^*$	$0,46 \pm 0,02$
	$0,41 \pm 0,03$	$0,61 \pm 0,07$	$0,84 \pm 0,09$	$0,41 \pm 0,02$
IV	$0,63 \pm 0,02^{**}$	$0,91 \pm 0,01^{***}$	$1,05 \pm 0,03^{**}$	$1,05 \pm 0,09^{**}$
	$0,76 \pm 0,02^{***}$	$4,01 \pm 0,16^{***}$	$3,14 \pm 0,08^{***}$	$1,09 \pm 0,04^{***}$
Коефіцієнт кореляції, r	$0,741$	$0,861$	$0,766$	$0,989$

¹ - у числівнику наведено дані I серії досліджень, а у займеннику – II серії досліджень.

Примітка: ***- $P > 0,999$, ** - $P > 0,99$, * - $P > 0,95$.

груп відбувалися нерівномірно. Так, найбільший його вміст спостерігали у печінці, нирках і селезінці тварин II і IV дослідних груп, що можна пояснити напруженою роботою цих органів у процесі інтоксикації організму важкими металами. Зі збільшенням дози ступінь накопичення Плюмбуму у внутрішніх органах значно зростає. Високий статистичний зв'язок спостерігали між показником дози важких металів та вмістом Плюмбуму у м'ясі ($r=0,741$), печінці ($r=0,861$), нирках ($r=0,766$).

Установлено, що Кадмій найбільше накопичувався у нирках, а Плюмбум – у печінці і селезінці. Статистичний аналіз отриманих даних довів, що рівень вмісту важких металів у кормах значно впливає на вміст Кадмію у м'ясі, нирках та селезінці, що підтверджується коефіцієнтами кореляції: відповідно $r=0,781$, $r=0,765$, $r=0,842$. Середній кореляційний зв'язок спостерігали між дозою токсикантів і вмістом Кадмію в печінці ($r=0,534$). Збільшення вмісту Плюмбуму в кормах суттєво впливало на його концентрацію у досліджуваних органах, що підтверджувалося високими коефіцієнтами кореляції: у селезінці ($r=0,989$), м'ясі ($r=0,741$), печінці ($r=0,861$) та нирках ($r=0,766$).

Проведений аналіз підтверджує, що Кадмій і Плюмбум більше впливають на нирки і печінку. Водночас зміни відбувалися як за масою, так і за накопиченням токсикантів ними. Усе це вказує на те, що саме ці органи є мішенями дії важких металів.

Під час побудови математичної моделі залежності вмісту Кадмію і Плюмбуму у м'ясі та органах свиней (позначеної як Y) дослідних груп залежно від дози спожитих важких металів, вміст чистого Кадмію в кормі (тобто дозу)

позначили як X_1 , а вміст чистого Плюмбуму – X_2 . Побудову моделі здійснювали у програмі MS Excel-2010 за допомогою інструменту «регресія» в межах пакета «Аналіз даних». Водночас застосовували метод відбору найбільш інформативних змінних (найвищими значеннями коефіцієнта детермінації R^2 усього рівняння регресії та найнижчим значенням рівня значущості цього рівняння за Фішером P_F за умови значущості усіх його коефіцієнтів за Стьюдентом на рівні не більш як $P<0,05$). Рівняння регресії мало наступний загальний вигляд:

$$Y = a_0 + a_{11}X_1 + a_{21}X_2 + a_{12}X_1^2 + a_{22}X_2^2,$$

тобто у вигляді полінома 2-го ступеня за показниками X_1 і X_2 . Під час побудови рівнянь регресії було відкинуто дані для V групи I і II серій випробувань, оскільки разом з важкими металами раціони для цих груп підсвинків містили антиоксидантну рослинну добавку. Рівняння регресії для залежності між вмістом Кадмію і Плюмбуму в кормах і ступенем накопичення їх у органах і тканинах дослідних тварин наведено у таблиці 4.

За даними таблиці 3 усі рівняння регресії фактично звелися до рівнянь парної лінійної регресії (окрім 1-го рівняння лінійної множинної регресії за показниками X_1 і X_2). Головний вплив на збільшення вмісту Кадмію і Плюмбуму у тканинах підсвинків має збільшення дози цих елементів у кормах. Згідно з першим рівнянням регресії на вміст Плюмбуму у м'ясі впливає і концентрація Кадмію в кормах – зі збільшенням його концентрації X_1 вміст Плюмбуму у м'ясі зменшується (тобто Кадмій витісняє його).

Усі рівняння є достовірними за Фішером ($p_F<0,05$) з високими значеннями коефіцієнтів

Таблиця 4 – Моделі залежності вмісту Кадмію та Плюмбуму у тканинах підсвинків від дози важких металів у кормах

Органи та тканини	Рівняння регресії	R^2	$>p_F$
Кадмій			
М'ясо	$Y = 0,00819X_1$	0,77	0,003
Печінка	$Y = 0,481X_1$	0,97	0,000004
Нирки	$Y = 3,896X_1$	0,97	0,000006
Селезінка	$Y = 0,178 X_1$	0,70	0,0066
Плюмбум			
М'ясо	$Y = 0,0119X_2 - 0,000437X_1$	0,93	0,0009
Печінка	$Y = 0,0354X_2$	0,90	0,0002
Нирки	$Y = 0,0235X_2$	0,88	0,0004
Селезінка	$Y = 0,0159X_2$	0,80	0,0018

детермінації, тому можуть бути застосовані для прогнозування вмісту Кадмію і Плюмбуму у м'ясі та внутрішніх органах.

Висновки. 1. Встановлено, що за дії важких металів у дозах 10 та 20 ГДК відбувалось зменшення живої маси тварин наприкінці досліду у межах 5,4–14,8 %, водночас ступінь впливу зростає із дозою ($r=0,854$) та залежав від самого металу і виду дії. За дії важких металів відмічали зміни у масі внутрішніх органів, особливо значущим було збільшення маси печінки у II серії дослідів (від 11,1 до 14,6 % проти контролю).

2. Виявлено, що найбільше важкі метали накопичувалися у печінці (у межах 1,04–5,36 мг/кг) та нирках (0,77–39,59 мг/кг), а найменше – у м'язах (0,04–0,96 мг/кг). Зі збільшенням дози токсикантів зростала і їх концентрація у м'ясі, нирках, селезінці, що підтверджувалося сильним кореляційним зв'язком ($r>0,7$). Середній і слабкий кореляційний зв'язок спостерігали між дозою токсикантів і вмістом Кадмію в печінці ($r=0,534$). У групах, де тваринам згодовували важкі метали сумісно, відмічали зміну характеру накопичення токсинів, що пов'язано з антагоністичною дією Кадмію і Плюмбуму між собою.

3. Побудовано математичні моделі залежності ступеня накопичення токсинів у органах і тканинах досліджуваних тварин залежно від дози Кадмію і Плюмбуму в кормах та виду дії. Отримані рівняння є достовірними ($p_F<0,05$) з високими значеннями коефіцієнта детермінації, тому можуть бути застосовані з метою прогнозування впливу хемотоксикантів на організм тварин та накопичення у продукції свинарства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Савченко Ю.І., Савчук І.М., Савченко М.Г. Концентрація Pb і Cd у свинині за використання в раціонах різних зерноsumішей. Вісник аграрної науки. № 5. 2016. С. 21–24.
2. Титов А. Ф., Казнина Н. М., Таланова В. В. Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. 194 с.
3. Басиладзе Г. В., Каландия Е. Г. Влияние загрязненного тяжёлыми металлами молока на безопасность молочных продуктов. Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сборник статей V Международной научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГАУ, 2017. С. 10–13.
4. Рыбкин В. С., Богданов А. Н., Чуйков Ю. С., Теплая Г. А. Тяжелые металлы как фактор возможных экологически обусловленных заболеваний в Астраханском регионе. Гигиена и санитария. Москва: Медицина, № 2. 2014. С. 27–30.
5. Кроїк Г. А. Токсикологічні аспекти накопичення та розподілу важких металів у ґрунтах промислових агломерацій. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах:

матеріали VI Міжнародної наукової конференції. Дніпропетровськ: ДНУ, 2011. С. 15–18.

6. Куранова А. П., Иванова Е. Б. Тяжёлые металлы как экотоксиканты. Прикладная токсикология. 2010. № 2. Т. 1. С. 14–17.

7. Детергенти сучасності: монографія. Житомир: Житомирський національний агроєкологічний університет, 2012. 652 с.

8. Бокова Т. И. Экологические основы инновационного совершенствования пищевых продуктов: монография. Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т, СибНИИ переработки с.-х. продукции, 2011. 284 с.

9. Hassan Z., Aarts M. G. M. Opportunities and feasibility for biotechnological improvement of Zn, Cd or Ni tolerance and accumulation in plants. Environ. Exp. Biol. 2011. Vol. 72. P. 53–63. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.env-expbot.2010.04.003>.

10. Гонохова М. Влияние на свиней тяжелых металлов в кормах. Животноводство России. 2008. № 12. С. 25–26.

11. Шаторна В. Ф., Гарець В. І., Нефьодова О. О., Кривошей В. В. Механізми впливу важких металів на морфофункціональний стан травної системи. Вісник проблем біології і медицини. 2016. В.1. Т. 1 (126). С. 57–59.

12. Богуславская Н. В. Загрязнение окружающей среды – важнейший фактор ухудшения продуктивного здоровья животных. Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. 2010. № 1. 224 с.

13. Чалая О. С. Действие кадмия и свинца на организм молодняка свиней на откорме. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 8. С. 78–80.

14. Чалая О. С. Відгодівельні та забійні якості свиней за впливу токсичних доз важких металів. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: зб. наук. пр. Харківської державної зооветеринарної академії. Харків, 2012. Вип. 24. ч.1. С. 66–69.

15. Trace mineral status and toxic metal accumulation in extensive and intensive pigs in NW Spain / M. López-Alonso et al. Livestock Science. Vol. 146. Issue 1. June 2012. P. 47–53. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.02.019>.

16. Барановський Д. І., Гетманець О. М., Хохлов А. М. Біометрія в програмному середовищі MS Excel: навчальний посібник. Харків: СПД ФО Бровін О.В., 2017. 90 с.

17. Лебедько Е. Я., Хохлов А. М., Барановський Д. И., Гетманець О. М. Биометрия в Excel. СПб: ЭБС Лань, 2018. 172 с.

REFERENCES

1. Savchenko, Yu.I., Savchuk, I.M., Savchenko, M.G. (2016). Koncentraciya Pb i Cd u svy'ny'ni za vy'kory'stannya v racionax rizny'h zernosumishej [The concentration of Pb and Cd in pork for use in the diets of different mixtures]. Visnyk' agramoyi nauky' [Bulletin of Agricultural Science]. no. 5, pp. 21–24.
2. Titov, A. F., Kaznina, N. M., Talanova, V. V. (2014). Tyazhelyie metally i rasteniya [Heavy metals and plants]. Petrozavodsk: Karelskiy nauchnyiy tsentr RAN [Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of RAS]. 194 p.
3. Basiladze, G. V., Kalandiya, E. G. (2017). Vliyanie zagryaznennogo tyazhyolyimi metallami moloka na bezopasnost molochnyih produktov [Influence of milk contaminated with

heavy metals on the safety of dairy products]. *Innovatsionnye tehnologii v APK: teoriya i praktika: sbornik statey V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovative technologies in the agro-industrial complex: theory and practice: collection of articles of the V International scientific-practical conference]. Penza: RIO PSAU, pp. 10–13.

4. Ryibkin, V. S., Bogdanov, A. N., Chuykov, Yu. S., Teplaya, G. A. (2014). Tyazhelye metallyi kak faktor vozmozhnykh ekologicheskikh obuslovlennykh zabolevaniy v Astrahanskoy regione [Heavy metals as a factor of possible environmentally related diseases in the Astrakhan region]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation]. Moscow: Medicine, no. 2, pp. 27–30.

5. Kroyik, G. A. (2011). Toksykologichni aspekty nakopychennya ta rozpodilu vazhkykh metaliv u g'run-tax promy'slovykh aglomeracij [Toxicological aspects of accumulation and distribution of heavy metals in soils of industrial agglomerations]. *Bioriznomanittya ta rol' tvaryn v ekosystemax: materialy VI Mizhnarodnoyi naukovoï konferentsiyi* [Biodiversity and the role of animals in ecosystems: materials of the VI International Scientific Conference]. Dnepropetrovsk: DNU, pp. 15–18.

6. Kuranova A. P., Ivanova E. B. (2010) Tyazholye metallyi kak ekotoksikanty [Heavy metals as ecotoxicants]. *Prikladnaya toksikologiya* [Applied Toxicology]. no. 2, Vol. 1, pp. 14–17.

7. Detergenty' suchasnosti: monografiya [Detergents of modernity: a monograph]. Zhy'tomy'r: Zhy'tomy'r's'ky' natsional'ny' agroekologichny' universytet [Zhy'tomyr: Zhy'tomyr National Agroecological University]. 2012. 652 p.

8. Bokova, T. I. (2011). Ekologicheskie osnovy innovatsionnogo sovershenstvovaniya pishchevykh produktov: monografiya [Environmental foundations of innovative improvement of food products: monograph]. Novosib. gos. agrar. un-t, SibNII pererabotki s.-h. produktov [Novosibirsk: Novosib. state agrarian. un-t, SibNII processing of agricultural products]. 284 p.

9. Hassan, Z., Aarts, M.G.M. (2011). Opportunities and feasibility for biotechnological improvement of Zn, Cd or Ni tolerance and accumulation in plants. *Environ. Exp. Biol.* Vol. 72, pp. 53–63. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.04.003>.

10. Gonohova, M. (2008). Vliyanie na sviney tyazhelykh metallov v kormakh [Effect on pigs of heavy metals in feed]. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Livestock raising in Russia]. no.12, pp. 25–26.

11. Shatorna, V. F., Garecz', V. I., Nef'odova, O. O., Kry'voshej, V. V. (2016). Mehanizmy' vplyvu vazhkykh metaliv na morfofunktsional'ny' stan travnoyi sy'stemy' [Mechanisms of influence of heavy metals on the morpho-functional state of the digestive system]. *Visnyk problem biologiyi i medy'cy'ny'* [Bulletin of problems of biology and medicine]. Issue 1, Vol. 1 (126), pp. 57–59.

12. Boguslavskaya, N.V. (2010). Zagryaznenie okruzhayushey sredy - vazhneyshiy faktor uhudsheniya produktivnogo zdorovya zhivotnykh [Environmental pollution is the most important factor in the deterioration of the productive health of animals]. *Ekologicheskaya bezopasnost v APK* [Environmental safety in the agro-industrial complex]. *Referativnyi zhurnal* [Abstract journal]. no. 1, 224 p.

13. Chalaya, O.S. (2013). Deystvie kadmiya i svinca na organizm molodnyaka sviney na otkorme [The effect of cadmium

and lead on the body of young fattening pigs]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoy sel'skokhozyajstvennoy akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy]. no. 8, pp. 78–80.

14. Chalaya, O. S. (2012). Vidgodivel'ni ta zabijni yakosti svy'nej za vplyvu toksy'chny'kh doz vazhkykh metaliv [Fattening and slaughter qualities of pigs under the influence of toxic doses of heavy metals]. *Problemy' zooinzheneriyi ta vetery'narnoyi medy'cy'ni: zb. nauk. pr. Harkivs'koyi derzhavnoyi zoovetery'narnoyi akademiyi* [Problems of zooengineering and veterinary medicine: coll. Science. Kharkiv State Veterinary Academy]. Kharkiv, Issue 24, Part 1, pp. 66–69.

15. López-Alonso, M., García-Vaquero, M., Benedito, J. L., Castillo, C., Miranda, M. (2012). Trace mineral status and toxic metal accumulation in extensive and intensive pigs in NW Spain. *Livestock Science*. Vol. 146, Issue 1, pp. 47–53. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.02.019>.

16. Baranovs'ky'j, D. I., Getmanec, O.M., Hohlov, A. M. (2017). Biometriya v programnomu seredovy'shhi MS-Excel: navchal'ny'j posibny'k [Biometrics in the MS Excel software environment: a textbook]. Harkiv: SPD FO Brovin O.V. [Kharkiv: SPD FO Brovin O.V.]. 90 p.

17. Lebed'ko, E. Y., Hohlov, A. M., Baranovskij, D. I., Getmanec, O. M. (2018). Biometriya v Excel [Biometrics in Excel]. SpB: JeBS Lan' [St. Petersburg: EBS Lan]. 172 p.

Математическая модель прогнозирования накопления тяжелых металлов в продукции свиноводства Чала А.С., Чалый А.И., Нагорный С.А.

Изучено влияние повышенных доз тяжелых металлов, а именно Кадмия и Плюмбума, на организм молодняка свиней. Тяжелые металлы скармливали отдельно и совместно, в дозах, превышающих предельно допустимые концентрации в кормах в 10 и 20 раз. Таким образом, смоделирован процесс интоксикации биологического объекта (свиньи) тяжелыми металлами, что может произойти в результате загрязнения окружающей среды. Исследования проводили с целью определения направления и степени влияния тяжелых металлов на живую массу, массу внутренних органов животных, степень накопления в продукции свиноводства. Статистическая обработка полученных данных позволила построить математические модели и установить корреляционную связь между изучаемыми факторами.

Установлено, что тяжелые металлы имеют существенное негативное влияние на интенсивность роста животных, и сила воздействия возрастает с дозой. Это подтверждает и высокая корреляционная связь между этими признаками – коэффициент корреляции (r) составляет 0,854. Так, живая масса свиней в конце опыта как в I так и в II сериях исследований под действием хемотоксикантов уменьшалась на 5,5–14,8 % по сравнению с контролем. Сила воздействия зависела и от самого токсина. Так, наибольший негативный эффект наблюдался как под действием одного Кадмия, так и Кадмия и Плюмбума вместе. Тяжелые металлы в большей степени накапливались в печени и почках, меньше всего – в мышцах. Построенные уравнения регрессии доказали, что главное влияние на увеличение содержания Кадмия и Плюмбума в органах и мясе имеет увеличение дозы соответствующего элемента в кормах. Содержание Кадмия в кормах оказывало влияние на содержание Плюмбума в мясе – с увеличением его концентрации, содержание Плюмбума

в мясе уменьшалось. Полученные данные исследований дают представление о направлении и степени воздействия тяжелых металлов на биологические объекты. Математические модели могут использоваться для прогнозирования влияния и степени накопления хемотоксикантов в продукции свиноводства.

Ключевые слова: Плюмбум, Кадмий, продукция свиноводства, экоцидное воздействие, миграция ксенобиотиков, математические модели.

The mathematical model for forecasting the accumulation of heavy metals in pig production

Chala O., Chaly O., Nagorny S.

The results of research represent the impact of extensive doses of heavy metals such as lead and cadmium in store pigs bodies. Heavy metals were fed jointly and individually in the doses exceeding the maximum allowable concentrations in the fodder by 10 and 20 times. Therefore, the process of intoxication of the biological object (a swine) by heavy metals is modeled in a way similar to that, which might occur as the result of environmental pollution. The study was performed in order to determine the targets and the extent of the impact of heavy metals exerted upon the body weight, weight of inner parts of the animal body, and the incorporation rate of heavy metals in the swine breeding products. Statistical processing of the obtained data allowed developing mathematical models and determining the correlational relationships between the aspects under investigation.

It is determined that heavy metals exert an essential negative impact upon the rate of animal growth and the power of influence increases with the dose. It is also confirmed by a high value of correlational relationship between these parameters (the correlation coefficient (r) is 0.854). Thus, the body weight of swine during the latter of I-II stages decreased by 5.5 to 14.8% as it was compared to the control under the influence of hemotoxic substances. The extent of the impact was also dependent upon the toxin itself. Thus, the largest negative effect was observed both under the impact of cadmium only and of cadmium and lead taken together. The highest accumulation of heavy metals was observed in the liver and kidneys, whereas the lowest – in the muscles. The built regression equations showed that increasing of the dose of the relevant element in the fodder exerted the main impact on concentration of cadmium and lead in the body and meat. The content of cadmium in the fodder exerted an impact upon concentration of lead in the meat – with the increase of cadmium concentration the content of lead in the meat decreased. The results of the studies provide an overview of the targets and the extent of the impact exerted by heavy metals upon biological objects. The mathematical models may be used for prediction of the impact and the incorporation rate value of the hemotoxic substances in the swine breeding products.

Key words: lead, cadmium, swine breeding products, ecocide environmental impact, migration of xenobiotic, mathematical model.



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



Чала О.С.
Чалий О.І.
Нагорний С.А.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-0189-6657>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-6159-9908>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-7870-2342>

УДК 637.3:619:6143

Встановлення критичних контрольних точок за системою НАССР за виробництва вершкового масла методом збивання

Вовкогон А.Г. , Надточій В.М., Роль Н.В., Мерзлова Г.В., Слюсаренко А.О., Слюсаренко С.В., Чернюк С.В., Качан А.Д., Недашківський В.М.

Білоцерківський національний аграрний університет

 Надточій В.М. valentina.nadtochii@btsau.edu.ua



Вовкогон А.Г., Надточій В.М., Роль Н.В., Мерзлова Г.В., Слюсаренко А.О., Слюсаренко С.В., Чернюк С.В., Качан А.Д., Недашківський В.М. Встановлення критичних контрольних точок за системою НАССР за виробництва вершкового масла. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 128–138.

Vovkogon A.G., Nadtochij V.M., Rol' N.V., Merzlova G.V., Sljusarenko A.O., Sljusarenko S.V., Chernjuk S.V., Kachan A.D., Nedashkivskiy V.M. Vstanovlennja krytychnyh kontrol'nyh tochok za systemoju NASSR za vyrobnyctva vershkovogo masla. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva», 2020. № 2. PP. 128–138.

Рукопис отримано: 20.10.2020р.

Прийнято: 06.11.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-128-138

У статті висвітлено особливості виробництва вершкового масла методом збивання вершків та етапи впровадження системи НАССР у виробництві масла.

Розглянуто підготовчі кроки та принципи системи, що використовуються за розроблення плану НАССР. Для отримання безпечного та якісного продукту було розроблено профілактичний підхід, в основу якого покладено аналіз критичних контрольних точок для запобігання проблемам безпечності готового продукту. З цією метою використовували настанови та рекомендації, гармонізовані з міжнародними державними стандартами.

За аналізу методу виробництва масла збиванням вершків періодичним та безперервним способом встановили недоліки технології щодо підвищеного мікробного обсіменіння на етапах підготовки вершків до збивання та додавання наповнювачів.

Згідно з ДСТУ 4399 : 2005 «Масло вершкове. Технічні умови» зроблено опис готового продукту з характеристикою складу продукту, стану упаковки, тривалості та умов зберігання продукту, споживчої практики. У блок-схемі виробництва масла методом збивання вершків безперервним способом представлено технологічні операції з уточненням додаткових операцій та дій: зберігання знежиреного молока та вершків, додавання солі та барвника, отримання та зберігання пакувальних матеріалів.

Проаналізовано та ідентифіковано небезпечні чинники, що можуть впливати на безпеку та якість масла. За допомогою програм-передумов встановлено критичні контрольні точки у виробництві масла: пастеризація вершків; охолодження та фізичне дозрівання вершків.

Установлено, що коригувальними діями за моніторингу у критичних контрольних точках є хімічні вимірювання: визначення активної та титрованої кислотності вершків та мікробіологічні дослідження. Визначено критичні точки контролю виробництва масла вершкового із зазначенням показників контролю: режим пастеризації, БГКП, МАФАНМ, температура, тривалість дозрівання.

Виявлення та моніторинг критичних контрольних точок у процесі виробництва масла вершкового дає змогу більш ефективним та економічним способом досягати забезпечення якості та безпеки, ніж традиційні засоби інспекції та випробовування готової продукції.

Ключові слова: система НАССР, принципи НАССР, небезпечні чинники, блок-схема, програми-передумови, критичні контрольні точки, моніторинг контролю, біологічні ризики.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Якість та безпечність продукції нині визначають не лише її споживчу привабливість для вітчизняного споживача, а й конкурентоспроможність на світових ринках [1, 2, 3].

Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» [4] визначає поняття «безпечний харчовий продукт» – харчовий продукт, який не має шкідливого впливу на стан та здоров'я людини за умов його виробництва та обігу (реалізації) за дотримання санітарно-гігієнічних вимог [5, 6, 7].

Молочна промисловість характеризується використанням великої кількості різноманітної сировини, харчових добавок, пакувальних матеріалів, що зумовлює появу як позитивних, так і негативних наслідків [8, 9]. За такої ситуації найбільш логічним кроком є застосування загально визнаної моделі НАССР (*Hazard Analysis Critical Control Points* – аналіз ризиків та критичні точки контролю) як способу гарантованого виробництва безпечних харчових продуктів [9, 10, 11]. НАССР передбачає заходи, що гарантують необхідний рівень показників безпеки продукції у процесі її виробництва, та забезпечує системний підхід до виявлення небезпечних чинників та оцінювання імовірності їх виникнення на усіх етапах виробництва, визначає засоби їх контролю і запобігання випуску небезпечної продукції [17].

Нагальною проблемою в Україні є питання ефективності виробництва безпечної молочної продукції вітчизняними товаровиробниками для забезпечення конкурентоспроможності галузі на внутрішньому і зовнішньому ринках [14]. Гарантування безпечності та якості молока особливо важливо під час виробництва молочних продуктів, а також для гармонізації національного законодавства згідно з міжнародними вимогами та здійснення заходів щодо впровадження на підприємствах молокопереробної промисловості інтегрованої системи управління безпекою харчових продуктів за ISO 22000 [12, 13, 15, 16].

Отже, розроблення та впровадження системи контролю НАССР на молокопереробних підприємствах є особливо актуальним, оскільки за бактеріальним обсіменінням і частотою випадків харчових отруєнь молоко та молочні продукти віднесено Всесвітньою організацією охорони здоров'я до I категорії як ті, що найчастіше є прямим джерелом харчових отруєнь [17].

Метою дослідження було проаналізувати особливості виробництва вершкового масла методом збивання вершків щодо його безпечності, та розробити план НАССР з ви-

значенням небезпечних чинників, критичних контрольних точок виробництва, що буде забезпечувати випуск безпечного та якісного харчового продукту.

Матеріал і методи дослідження. Система НАССР ґрунтується на застосуванні технічних і наукових принципів до всього ланцюга виробництва харчових продуктів: від поля (ферми) – до столу [18].

Для розроблення планів НАССР щодо якості і безпечності молочних продуктів можуть бути призначені окремі спеціалізовані робочі групи. По завершенні складання плану НАССР для операторів розробляються форми та процедури моніторингу, а також коригувальні дії. Необхідно провести підготовку виробничого персоналу, який відповідатиме за моніторинг та документування, а також буває корисним розробити графік заходів, необхідних для початкового запровадження плану НАССР [17].

Codex Alimentarius структурує запровадження НАССР у вигляді 12 кроків, з яких 5 є підготовчими, а 7 – власне принципами системи НАССР [18].

Підготовчі кроки здійснюють перед застосуванням системи НАССР, до них належать: створення робочої групи НАССР; опис готового продукту з визначенням передбачуваного способу споживання продукту; складання та перевірка блок-схеми технологічного процесу виготовлення продукту.

Спосіб контролю НАССР складається з семи таких принципів [1, 2]:

Принцип 1. Проведення аналізу небезпечних чинників. Група НАССР має перерахувати всі небезпечні чинники, що можуть виникнути на кожному виробничому етапі відповідно до сфери застосування, починаючи від первинного виробництва, переробки, виготовлення та збуту, і закінчуючи споживанням.

Принцип 2. Визначення критичних контрольних точок (ККТ). Визначення ККТ в системі НАССР можна спростити за допомогою «дерева прийняття рішень», що пропонує логічно обґрунтований підхід.

Принцип 3. Встановлення критичних меж. Критичною межею є максимальне або мінімальне значення, в границях якого необхідно утримувати певний біологічний, хімічний чи фізичний параметр на ККТ для запобігання, уникнення або зменшення до прийнятного рівня ризику щодо безпеки харчових продуктів. До них належать: температура, час, активність води, рН, титрована кислотність.

До критичних меж, які часто використовуються в критичних контрольних точках у молочної галузі, належать: часта температура

пастеризації [19, 20]. Найчастіше контролювані параметри містять температуру, час, вологість, рН, активність води, органолептичні параметри, такі як зовнішній вигляд та структура.

Принцип 4. Встановлення системи моніторингу ККТ. Моніторинг виконує три цілі:

1. Моніторинг є обов'язковим для управління безпекою молочної продукції, оскільки дає змогу відстежити роботу системи.

2. Моніторинг використовується для визначення втрати контролю та відхилення на ККТ (тобто перевищення критичної межі). Необхідне застосування коригувальної дії.

3. Моніторинг забезпечує письмову документацію для використання під час перевірки плану НАССР.

Принцип 5. Розроблення та застосування коригувальних дій для кожної критичної контрольної точки у разі, якщо система моніторингу засвідчить перевищення граничних значень вимірюваного технологічного параметру.

Принцип 6. Розроблення процедур перевірки для упевненості в ефективності функціонування системи.

Принцип 7. Документування процедур і реєстрація даних, необхідних для функціонування системи. Всі процедури НАССР мають бути

задокументовані. Рекомендаційні матеріали, розроблені експертами, можна використовувати як частину документації за умови, що такі матеріали відображають конкретні операції з харчовими продуктами, здійснювані підприємством.

Матеріалом для дослідження та розроблення плану НАССР було масло вершкове, технологічні операції його виробництва та технологічне обладнання, що застосовується. Під час опрацювання і розроблення плану НАССР для виробництва масла вершкового згідно з принципами НАССР використовували положення та рекомендації національних стандартів, гармонізованих з міжнародними ДСТУ 4161:2003 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги» [22], ДСТУ ISO 22000:2007 «Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга» [23], ДСТУ 4399 : 2005 «Масло вершкове. Технічні умови» [24]. Для розроблення етапів впровадження системи НАССР було обрано метод виробництва масла способом збивання вершків.

Результати дослідження та їх обговорення. Важливі якісні характеристики та показники безпеки масла вершкового наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Опис готового продукту

Назва продукту	Масло вершкове
Нормативний документ	ДСТУ 4399: 2005 «Масло вершкове. Технічні умови»
Характеристики щодо безпеки харчової продукції	Всі складники пастеризовані, за винятком барвника та солі. Високий вміст жирних кислот у вільному стані, підвищений вміст солі (1,8%)
Складники	Молоко, вершки, сіль, барвник
Як продукт має використовуватися	Призначений для безпосереднього вживання в їжу та виробництва інших харчових продуктів
Цільові споживачі	Роздрібні споживачі всіх вікових категорій, а також комерційні та промислові підприємства
Упакування, що використовується	Упаковується у пергамент, вощений папір, кашировану фольгу, тубики з поліетилену та пластику різноманітних розмірів, а також у коробки для харчових продуктів
Вимоги до маркування	Назва готового продукту з показником масової частки жиру, назва та адреса виробника, маса нетто одиниці пакування, склад харчового продукту у порядку переваги складників, харчова та енергетична цінність 100 г продукту, кінцева дата споживання «Вжити до» або дата виробництва та строк придатності, умови зберігання, позначення нормативної документації, товарний знак (за наявності), штрихкод EAN з ДСТУ 3147-95 «Коди і кодування інформації. Штрихове кодування. Маркування об'єктів ідентифікації. Формат та розташування штрихкодів позначок EAN на тарі та пакуванні товарної продукції. Загальні вимоги».
Призначення	Продукт готовий до вживання. Також може використовуватися як складник у випічці або для приготування страв
Термін зберігання	Від 3 до 12 місяців за належного охолодження згідно з ДСТУ 4399 : 2005 «Масло вершкове. Технічні умови»

Усі зазначені характеристики продукту необхідно враховувати під час визначення ризику і ступеня потенційної небезпечності чинників.

Наступним підготовчим кроком у розробленні плану НАССР є складання блок-схеми (рис. 1), яка має охоплювати всі етапи технологічного процесу, що знаходяться безпосередньо під контролем підприємства.

До загальних підготовчих операцій виробництва масла належать: приймання та підготовка сировини, отримання вершків традиційної жирності, пастеризація і дезодорація вершків. Метод збивання вершків передбачає операції фізичного дозрівання; збивання вершків; промивання масляного зерна (за необхідності); соління (для солоного масла); додавання барвника (за необхідності); механічного

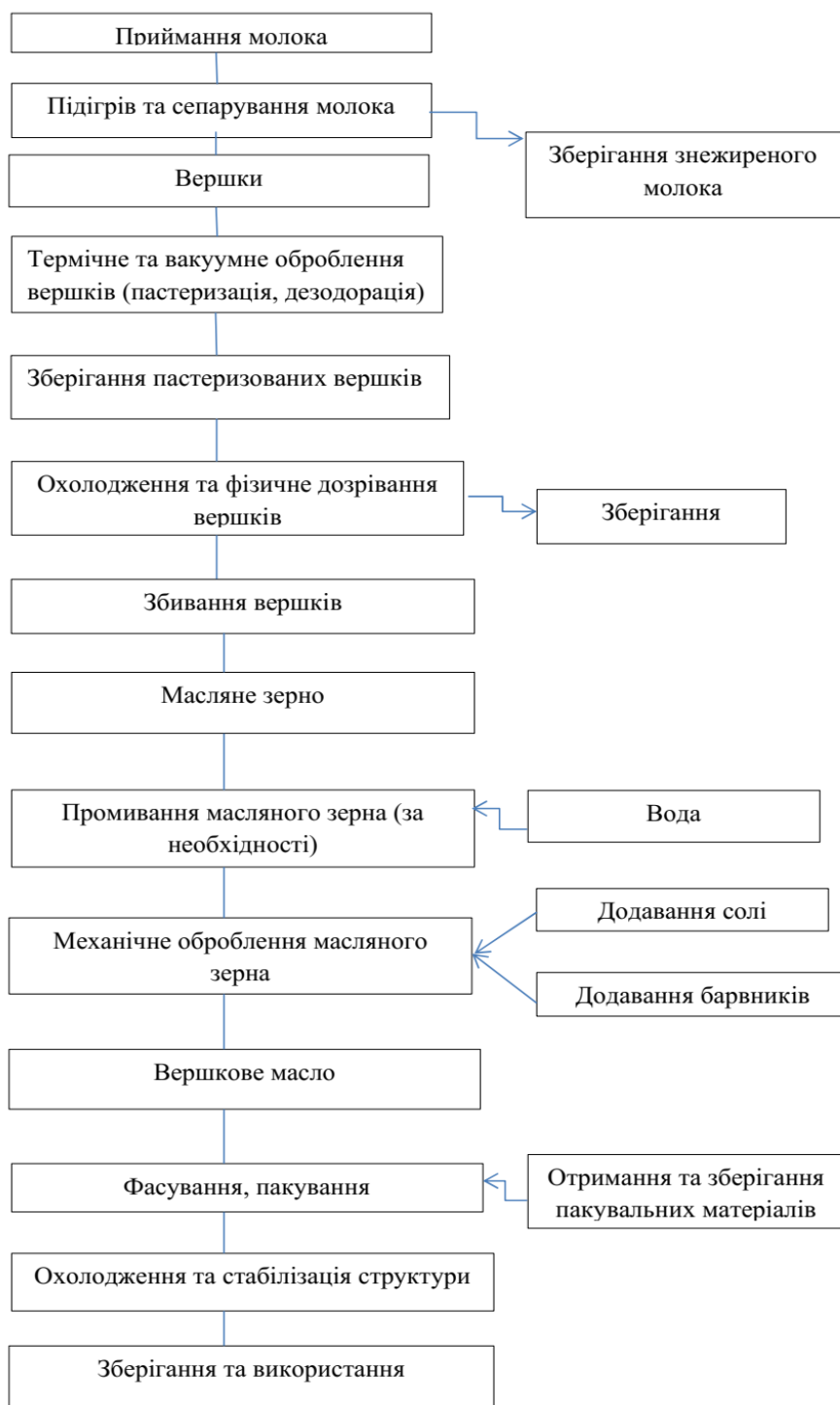


Рис. 1. Блок-схема виробництва масла вершкового.

оброблення масляного зерна і масла; фасування і зберігання масла.

Національна консультативна комісія з мікробіологічних критеріїв оцінки харчових продуктів визначає ризик як біологічний, хімічний або фізичний чинник, який за відсутності контролю над ним може стати причиною захворювання чи завдати шкоди здоров'ю. Аналіз ризику використовується для оцінювання кожного продукту та його процесів, щоб переконатися, що механізми контролю діють для зменшення можливості виникнення потенційних ризиків [22, 25].

Потенційні джерела ризиків, такі як сире молоко, сирі вершки, конденсация, сторонні домішки та інгредієнти, додані після пастеризації, необхідно ретельно проаналізувати. На кожному етапі процесу необхідно визначити заходи контролю для кожного ризику.

Небезпечними біологічними компонентами у молоці сирому та сирих вершках є: види *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, ентеротоксин стафілококу, *Clostridium perfringens*, патогенні штами кишкової палички *Escherichia coli*, види *Yersinia*, *Campylobacter*, *Bacillus cereus*, *Brucella*, *Shigella* [26].

Хімічні речовини до молочних продуктів можуть потрапляти у молочну сировину на етапі її отримання та первинного оброблення. Джерелом хімічної небезпеки на етапі отримання сирого молока можуть бути засоби миття та дезінфекції доїльного обладнання, залишки лікарських речовин, пестициди, важкі метали, нітрати, нітроти та ін. Хімічні небезпеки, що можуть з'явитися на етапі виробництва масла вершкового, наступні: застосування додаткових дозволених речовин у перевищених дозах (сіль, барвники, харчові добавки, стабілізатори та інші); застосування забрудненої води, застосування хімічних засобів у невідповідних концентраціях; неналежна експлуатація технологічного устаткування та обладнання (мастила, металічний пил та ін.) [8].

Фізичними компонентами є комахи, фрагменти скла, уламки металу, ґрунт, сторонні речовини.

Після ідентифікації та групування небезпечних чинників розглядають та визначають критичні точки контролю [12]. Критична контрольна точка визначається як етап, на якому можна застосувати захід з контролю, та який є обов'язковим для запобігання загрозам безпеки харчового продукту, усунення такої загрози чи зниження її до прийнятного рівня. Під час аналізу ризиків, проведеному згідно з Принципом № 1, визначено місця, в яких необхідно

запровадити заходи з контролю. Для контролю багатьох виявлених ризиків може використовуватися програма-передумова. Програми-передумови – належна гігієнічна практика відповідно до Загальних принципів гігієни харчових продуктів Codex Alimentarius та відповідні вимоги до безпечності харчових продуктів. Програми-передумови запобігають виникненню серйозних ризиків і розробляються конкретно для кожного підприємства [25].

Будь-які ризики, контроль яких не здійснюється за допомогою програм-передумов, мають бути визначені як ККТ. Ці точки можуть різнитися залежно від аналізу ризиків, підприємства, продукції та методу виробництва [16].

Визначення критичних контрольних точок відбувається за допомогою встановлених питань [3, 17].

Питання 1. Чи достатня імовірність виникнення визначеного на цьому етапі ризику для того, щоб необхідними були заходи з його контролю? «Так»: перейдіть до Питання 3. «Ні»: припиніть аналіз та задокументуйте результат згідно з Питанням 2.

Питання 2. Визначте програму-передумову або етап процедури, які знижують імовірність виникнення ризику, щоб переконатися, що заходи з контролю на цьому етапі не є необхідними.

Питання 3. Чи запобігає цей крок виникненню цього ризику, чи усуває або зменшує його до прийнятного рівня? «Так»: задокументуйте як ККТ. «Ні»: вкажіть, на якому етапі це станеться.

Визначення критичних контрольних точок у технологічному процесі виробництва масла представлено у таблиці 2.

Отже, під час аналізу потенційних ризиків на кожному етапі технологічного процесу виробництва масла методом збивання вершків установили, що критично контрольними точками є пастеризація вершків та охолодження і фізичне дозрівання вершків. Контроль вегетативних форм мікроорганізмів запобігає та знижує імовірність виникнення біологічних ризиків.

На кожній ККТ буде застосовуватися один чи більше заходів з контролю суттєво небезпечного чинника (моніторинг) [17]. Кожний захід з контролю має свої критичні значення, що є межами безпечності для ККТ у виробництві масла вершкового (табл. 3).

Під час пастеризації вершків, охолодження та фізичного дозрівання вершків здійснюють моніторинг за температурою. Для моніторингу ефективності знищення патогенних бактерій чи контролю їх росту його слід комбінувати з параметром часу (тривалості перебування продукту в умовах певної температури).

Таблиця 2 – Визначення критичних контрольних точок у виробництві масла вершкового

Етапи процесу/ складник або надходження	Потенційні ризики: – Біологічні (Б) – Хімічні (Х) – Фізичні (Ф)	Питання 1	Питання 2	Питання 3
1	2	3	4	5
Приймання молочних продуктів (молоко або вершки)	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Утворення токсинів Х – Залишки бета-лактамних препаратів Ф – Сторонні речовини	Так Ні Ні	Немає 1. ПП щодо вхідних складників. 2. Свідоцтво про аналіз. 3. ПП щодо вхідних складників з програмою досліджень на наявність лікарських препаратів.	Ні – контроль здійснюється на стадії пасеризації
Очищення (фільтрування)	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Ф – Сторонні речовини	Ні Ні	1. ПП щодо фільтрування – щоденне очищення. 2. ПП щодо очищення та санітарного оброблення обладнання.	
Зберігання сирих молочних продуктів	Б – Ріст мікроорганізмів Х – Утворення токсинів Х – дезінфікуючі засоби	Ні Ні Ні	1. ПП щодо управління температурою. 2. ПП щодо управління температурою. 3. ПП щодо очищення та санітарного оброблення обладнання.	
Сепарування	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів	Ні	1. ПП щодо очищення та санітарного оброблення обладнання.	
Зберігання сирого знежиреного молока	Б – Ріст мікроорганізмів Х – Утворення токсинів Х – Залишки миючих та дезінфікуючих засобів	Ні Ні Ні	1. ПП щодо управління температурою. 2. ПП щодо управління температурою. 3. ПП щодо очищення та санітарного оброблення обладнання.	
Сирі вершки	Б – Ріст мікроорганізмів	Ні	1. ПП щодо управління температурою.	
Зберігання сирих вершків	Х – Утворення токсинів Х – Залишки миючих та дезінфікуючих засобів	Ні Ні	1. ПП щодо управління температурою. 2. ПП щодо очищення та санітарного оброблення обладнання.	
Пастеризація вершків	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів	Так	Немає	Так – контроль вегетативних форм мікроорганізмів
Дезодорація вершків	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Залишки миючих та дезінфікуючих засобів	Ні Ні	1. ПП щодо управління температурою та тиском. 2. ПП щодо очищення та санітарного оброблення обладнання.	
Охолодження та фізичне дозрівання вершків	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Утворення токсинів Х – Залишки миючих та дезінфікуючих засобів	Так	Немає	Так – контроль вегетативних форм мікроорганізмів
Зберігання пастеризованих вершків	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Утворення токсинів Х – Залишки миючих та дезінфікуючих засобів	Ні Ні Ні	1. ПП щодо управління температурою. 2. ПП щодо очищення та санітарного оброблення обладнання.	
Збивання вершків	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Миючі та дезінфікуючі засоби Ф – Сторонні речовини	Ні Ні Ні	1. ПП щодо очищення та санітарного оброблення обладнання. 2. Належні виробничі практики.	

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
Додавання солі	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Забруднення Ф – Сторонні речовини	Ні Ні	1. Належні виробничі практики щодо поводження з матеріалами.	
Додавання барвника	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Забруднення	Ні	1. Належні виробничі практики щодо поводження з матеріалами.	
Вода	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Забруднення	Ні Ні	1. ПП щодо безпеки води.	
Промивання водою масляного зерна	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Забруднення	Ні Ні	1. ПП щодо безпеки води. 2. Належні виробничі практики щодо поводження з матеріалами.	
Зберігання маслянки	Б – Ріст мікроорганізмів Х – Залишки миючих та дезінфікуючих засобів	Ні Ні	1. ПП щодо управління температурою. 2. ПП щодо очищення та санітарного оброблення обладнання.	
Зберігання масла	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Миючі та дезінфікуючі засоби	Ні Ні	1. ПП щодо очищення та санітарного оброблення обладнання. 2. ПП щодо управління температурою.	
Фасування, упакування	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Забруднення Ф – Сторонні речовини	Ні Ні Ні	1. ПП щодо вхідних складників.	
Зберігання пакувальних матеріалів	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Забруднення Ф – Сторонні речовини	Ні Ні Ні	1. ПП щодо зберігання вхідних матеріалів.	
Зберігання масла	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів Х – Забруднення Ф – Сторонні речовини	Ні Ні Ні	Упакований продукт захищений від усіх типових загроз.	

Примітка: ПП – Програми-передумови.

Таблиця 3 – Моніторинг та коригувальні дії у критично контрольних точках виробництва масла вершкового

Етап процесу	Потенційний ризик	Критичні межі	Моніторинг				Коригувальна дія
			що	як	коли	хто	
Пастеризація вершків	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів	85–95 °С; 5–10 с	Температура, час витримки КМАФАнМ БГКП	Фізико-хімічні вимірювання Мікробіологічні дослідження	Щодобово у кожній партії Один раз на 10 діб	Лаборант Мікробіолог	Визначення активної та титрованої кислотності Мікробіологічний контроль обладнання та сировини
Охолодження та фізичне дозрівання вершків	Б – Вегетативні форми мікроорганізмів	4–20 °С; 7–10 год	Температура, час витримки КМАФАнМ БГКП	Фізико-хімічні вимірювання Мікробіологічні дослідження	Щодобово у кожній партії Один раз на 10 діб	Лаборант Мікробіолог	Визначення активної та титрованої кислотності Мікробіологічний контроль обладнання та сировини

Мікробіологічний аналіз майже ніколи не буває ефективним засобом моніторингу ККТ через обмежену кількість часу, необхідного на його проведення [25]. Перевага надається фізичним і хімічним вимірюванням, які можуть бути проведені швидко і вкажуть на умови мікробіологічного контролю безпосередньо в процесі виробництва. Отже, коригувальною дією моніторингу визначених критично контрольних точок у виробництві масла методом збивання вершків є визначення активної та титрованої кислотності вершків.

Під час виробництва вершкового масла моніторинг здійснюється також у точках контролю із визначенням показників контролю, які наведено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Точки контролю виробництва масла вершкового із зазначенням показників контролю

Точка контролю	Показник контролю
Пастеризаційно-охолоджувальна установка (ККТ)	Режим пастеризації, БГКП, МАФАНМ
Резервуар для охолодження та фізичного дозрівання вершків (ККТ)	Температура, тривалість дозрівання

Отже, виявлення та моніторинг критичних контрольних точок є більш ефективним методом забезпечення безпеки та якості, ніж традиційні лабораторні методи дослідження готової продукції. Визначення якості готової продукції в системі НАССР залишаються важливими об'єктивними показниками, що характеризують стабільність роботи підприємства.

Висновки. 1. Виявлення та аналіз небезпечних чинників (ризиків) на кожному етапі технологічного процесу виробництва масла методом збивання відповідно до концепції НАССР, оцінювання імовірності їх виникнення та встановлення критичних контрольних точок запобігають випуску неякісної продукції.

2. Розроблення та впровадження принципів НАССР для виробництва масла вершкового надасть молокопереробним підприємствам ряд переваг: підвищить безпеку та якість готового продукту; підтвердить відповідність продукту нормативній і технічній документації; підвищить довіру споживачів до безпечності масла; дасть змогу зменшити собівартість продукту та підвищити прибуток підприємств завдяки зменшенню затрат за виробництва неякісної продукції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Боровіков О.Я., Антоненко Н.Л. Основні вимоги до системи управління безпекою продуктів харчування та її застосування. Мясноедело. 2013. № 7. С. 12–16.
2. Боровіков О.Я., Антоненко Н.Л. Основні вимоги до системи управління безпекою продуктів харчування та її застосування. Мясное дело. 2013. № 8–9. С. 11–13.
3. Гуменюк Г. Вимоги європейського законодавства щодо органічного виробництва рослинної та харчової продукції. Стандартизація, сертифікація, якість. 2013. № 6. С. 21–27.
4. Про безпечність та якість харчових продуктів: Закон України від 23.12.1997. № 771/97 Верховна Рада. URL: zakon2.rada.gov.ua/laws/show/771/97%DO%B2%D1%80/.
5. ДСТУ ISO 9001:2001 Системи управління якістю Вимоги. [Чинний від 2001–27–06]. Київ: Держспоживстандарт України, 2001. 25 с.
6. ДСТУ-Н ISO/TS 22004:2005. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Настанова щодо застосування ISO 22000:2005 (ISO/TS 22004:2005, IDT) [Чинний від 2010-01-01]. Київ: Держстандарт України, 2010. 13 с. (Настанова).
7. ДСТУ ISO 22005:2009. Простежуваність у кормових та харчових ланцюгах. Загальні принципи та основні вимоги щодо розроблення та запровадження системи (ISO 22005:2007, IDT). [Чинний від 2010-01-01]. Київ: Держстандарт України, 2010. 6 с.
8. Димань Т.М., Мазур Т.Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів: підручник. Київ: Академія, 2011. 520 с.
9. Якубчак О.М., Димань Т.М., Олійник Л.В., Мазур Т.Г. Методичні рекомендації щодо впровадження системи НАССР на молокопереробних підприємствах. Київ: Біопром, 2005. 40 с.
10. Кісель С. Порівняння національної законодавчої бази України та Європейського Союзу щодо безпечності харчової продукції. Стандартизація, сертифікація, якість. 2012. № 4 (77). С. 57–60.
11. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо харчових продуктів: Закон України від 22.07.2014. № 1602–18. Офіційний веб-портал Верховної ради України. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/771/97%DO%B2%D1%80/.
12. Ролько О. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Програми-передумови. Стандартизація, сертифікація, якість. 2010. № 3. С. 55–57.
13. Микійчук М.М., Остап'юк С.Д. Етапи розроблення системи НАССР на молокопереробному підприємстві. Енергетика і автоматика. 2017. № 1. С. 123–131.
14. Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи: навч. посіб. / О.М. Бергілевич та ін. Суми: Університетська книга, 2010. С. 186–191.
15. Грищенко Ф. 3 гармонізовані національні нормативні документи серії 22000: стан, тенденції й перспективи. Стандартизація, сертифікація, якість. 2012. № 3 (76). С. 3–9.
16. Мельник Ю.Ф., Новіков В.М., Школьник Л.С. Основи управління безпечністю харчових продуктів: навч. посібник. Київ: Союз споживачів України, 2007. 297с.

17. Новіков В.М., Романенко І.М., Фомина С.В. Аналіз чинних нормативних документів щодо процедур проведення сертифікації СУБХП (НАССР) в Україні та пошук шляхів їх удосконалення. Збірник наукових праць ОДАТРА. 2013. № 1(2). С. 6–13.

18. Посібник для малих та середніх підприємств молокопереробної галузі з підготовки та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції НАССР. К.: IIFSQ, AMP США, 2010. 199 с.

19. Система стандартів та вимог щодо виробництва продуктів харчування Комісії Кодекс Аліментаріус та ФАО/ВООЗ. URL: <http://www.codexalimentarius.net>.

20. Гігієна молока і молочних продуктів. Частина 1. Гігієна молока: підручник. / І.В. Яценко та ін. Харків: Діса плюс, 2016. 416 с.

21. Головка А.М., Рубленко І.О. Ветеринарна санітарна мікробіологія: навч. посіб. Київ: Аграрна освіта, 2010. С. 99–140.

22. ДСТУ 4161:2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги. [Чинний від 01.07.2003]. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 13 с.

23. ДСТУ ISO 22000:2007. Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга (ISO 22000:2005, IDT). [Чинний від 2007–08–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 30 с.

24. ДСТУ 4399 : 2005. Масло вершкове. Технічні умови. [Чинний від 2006–07–01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 12 с.

25. Дзюба Т., Мазур Г. Програми-передумови як загально визнаний ключовий елемент системи управління безпечністю харчових продуктів. Стандартизація, сертифікація, якість. 2012. № 1. С.50–52.

26. Толлок Г. Мікробіологічні критерії безпеки і якості харчової продукції. Продовольча індустрія АПК. 2016. № 1–2. С. 37–38.

REFERENCES

1. Borovikov, O.Ja., Antonenko, N.L. (2013). Osnovni vymogy do systemy upravlinnja bezpekoju produktiv harchuvannja ta i'i' zastosuvannja [Basic requirements for food safety management system and its application]. Mjasnoe delo [Meat eater]. no. 7, pp. 12–16.

2. Borovikov, O.Ja., Antonenko, N.L. (2013). Osnovni vymogy do systemy upravlinnja bezpekoju produktiv harchuvannja ta i'i' zastosuvannja [Basic requirements for food safety management system and its application]. Mjasnoe delo [Meat eater]. no. 8–9, pp. 11–13.

3. Gumenjuk, G. (2013). Vymogy jevropejs'kogo zakonodavstva shhodo organichnogovyrobnyctva roslynnoi' ta harchovoi' produkcii' [Requirements of European legislation on organic production of plant and food products]. Standartyzacija, sertyfikacija, jakist' [Standardization, certification, quality].no. 6, pp. 21–27.

4. Pro bezpechnist' ta jakist' harchovyh produktiv: Zakon Ukrainy vid 23.12.1997. № 771/97 Verhovna Rada [On food safety and quality: Law of Ukraine of 23.12.1997. № 771/97 Verkhovna Rada]. Available at: zakon2.rada.gov.ua/laws/show/771/97%DO%B2%D1%80/.

5. DSTU ISO 9001:2001Systemy upravlinnja jakistju Vymogy. [Chynnyj vid 2001–27–06] [DSTU ISO 9001: 2001Quality management systems Requirements. [Valid

from 2001-27-06]]. Kyi'v: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine]. 2001, 25 p.

6. DSTU-N ISO/TS 22004:2005. Systemy upravlinnja bezpechnistju harchovyh produktiv. Nastanova shhodo zastosuvannja ISO 22000:2005 (ISO/TS 22004:2005, IDT): [Chynnyj vid 2010-01-01] [DSTU-N ISO / TS 22004: 2005. Food safety management systems. Guidance on the application of ISO 22000: 2005 (ISO / TS 22004: 2005, IDT): [Effective 2010-01-01]]. Kyi'v: Derzhstandart Ukrainy [Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine]. 2010, 13 p.

7. DSTU ISO 22005:2009. Prostezhuvanist' u kormovyh ta harchovyh lancjugah. Zagal'ni pryncypy ta osnovni vymogy shhodo rozroblennja ta zaprovadzhennja systemy (ISO 22005:2007, IDT). [Chynnyj vid 2010–01–01] [DSTU ISO 22005: 2009. Traceability in feed and food chains. General principles and basic requirements for system development and implementation (ISO 22005: 2007, IDT). [Valid from 2010-01-01]]. Kyi'v: Derzhstandart Ukrainy [Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine]. 2010, 6 p.

8. Dyman', T.M., Mazur, T.G. (2011). Bezpeka prodovol'choi' syrovyny i harchovyh produktiv: pidruchnyk [Safety of food raw materials and food products: a textbook]. Kyiv: Academy, 520 p.

9. Jakubchak, O.M., Dyman', T.M., Olijnyk, L.V., Mazur, T.G. (2005). Metodichni rekomendacii' shhodo vprovadzhennja systemy NASSR na molokopererobnyh pidpryjemstvah [Methodical recommendations for the implementation of the HACCP system at dairy enterprises]. Kyiv: Bioprom, 40 p.

10. Kisel', S. (2012). Porivnannja nacional'noi' zakonodavchoi' bazy Ukrainy ta Jevropejs'kogo Sojuzu shhodo bezpechnosti harchovoi' produkcii' [Comparison of the national legal framework of Ukraine and the European Union on food safety]. Standartyzacija, sertyfikacija, jakist' [Standardization, certification, quality]. no. 4 (77), pp. 57–60.

11. Pro vnesennja zmin do dejakyh zakonodavchyh aktiv Ukrainy shhodo harchovyh produktiv: Zakon Ukrainy vid 22.07.2014. № 1602–18 [On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine Concerning Food Products: Law of Ukraine of July 22, 2014. № 1602–18]. Oficijnyj vebportal Verhovnoi' rady Ukrainy [Official web portal of the Verkhovna Rada of Ukraine]. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/771/97%DO%B2%D1%80/>.

12. Rol'ko, O. (2010). Systemy upravlinnja bezpechnistju harchovyh produktiv [Food safety management systems]. Programy-peredumovy [Prerequisite programs]. Standartyzacija, sertyfikacija, jakist' [Standardization, certification, quality]. no. 3, pp. 55–57.

13. Mykyjchuk, M.M., Ostap'juk, S.D. (2017). Etapy rozroblennja systemy NASSR na molokopererobnomu pidpryjemstvi [Stages of HACCP system development at a milk processing enterprise]. Energetyka i avtomatyka [Energy and automation]. no. 1, pp. 123–131.

14. Mikrobiologija moloka i molochnyh produktiv z osnovamy veterynarno-sanitarnoi' ekspertyzy: navch. posib. / O.M. Bergilevyh ta in [Microbiology of milk and dairy products with the basics of veterinary examination: textbook. way. / O.M. Bergilevich and others]. Sumy: University book, 2010, pp. 186–191.

15. Gryshhenko, F. Z. (2012). garmonizovani nacional'ni normatyvni dokumenty serii' 22000: stan, tendencii' j

perspektyvy [With harmonized national regulations of the 22000 series: status, trends and prospects]. Standartyzacija, sertyfikacija, jakist' [Standardization, certification, quality]. no. 3 (76), pp. 3–9.

16. Mel'nyk, Ju.F., Novikov, V.M., Shkol'nyk, L.S. (2007). Osnovy upravlinnja bezpechnistju harchovyh produktiv: navch. Posibnyk [Fundamentals of food safety management: textbook. manual]. Kyi'v: Sojuz spozhyvachiv Ukrai'ny [Kyiv: Union of Consumers of Ukraine]. 297 p.

17. Novikov, V.M., Romanenko, I.M., Fomyra, S.V. (2013). Analiz chynnyh normatyvnyh dokumentiv shhodo procedur provedennja sertyfikacij SUBHP (NASSR) v Ukrai'ni ta poshuk shljahiv i'h udoskonalennja [Analysis of current regulations on SUBHP (HACCP) certification procedures in Ukraine and search for ways to improve them]. Zbirnyk naukovykh prac' ODATRA [Collection of scientific works ODATRA]. no. 1(2), pp. 6–13.

18. Posibnyk dlja malyh ta serednih pidpryemstv molokopererobnoi' galuzi z pidgotovky ta vprovadzhennja systemy upravlinnja bezpechnistju harchovyh produktiv na osnovi koncepcii' NASSR [A guide for small and medium-sized enterprises in the dairy industry to prepare and implement a food safety management system based on the HACCP concept]. K. : IIFSQ, AMP USA, 2010, 199 p.

19. Systema standartiv ta vymog shhodo vyrobnyctva produktiv harchuvannja Komisii' Kodeks Alimentarius ta FAO/VOOZ [System of standards and requirements for food production of the Commission Codex Alimentarius and FAO / WHO]. Available at: <http://www.codexalimentarius.net>.

20. Jacenko, I.V. (2016). Gigijena moloka i molochnyh produktiv [Hygiene of milk and dairy products]. Chastyna 1. Gigijena moloka: Pidruchnyk [Part 1. Milk hygiene: Textbook]. Kharkiv: Disa Plus, 416 p.

21. Golovko, A.M., Rublenko, I.O. (2010). Vetrynarna sanitarna mikrobiologija: navch. Posib [Veterinary sanitary microbiology: a textbook]. Kyiv: Agricultural education, pp. 99–140.

22. DSTU 4161:2003. Systemy upravlinnja bezpechnistju harchovyh produktiv. Vymogy. [Chynnyj vid 01.07.2003] [DSTU 4161: 2003. Food safety management systems. Requirements. [Effective from 01.07.2003]]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2003, 13 p.

23. DSTU ISO 22000:2007. Systema upravlinnja bezpechnistju harchovyh produktiv. Vymogy do bud'-jakyh organizacij harchovogo lancjuga (ISO 22000:2005, IDT). [Chynnyj vid 2007–08–01] [DSTU ISO 22000:2007. Food safety management system. Requirements for any food chain organizations (ISO 22000: 2005, IDT). [Valid from 2007-08-01]]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2007, 30 p.

24. DSTU 4399:2005. Maslo vershkove. Tehnichni umovy. [Chynnyj vid 2006–07–01]. Vyd. ofic [DSTU 4399: 2005. Butter. Specifications. [Valid from 2006-07-01]. Kind. ofits.]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2006, 12 p.

25. Dzjuba, T., Mazur, G. (2012). Programy-predumovy jak zagal'novyznanyj ključovyj element systemy upravlinnja bezpechnistju harchovyh produktiv [Prerequisites as a universally recognized key element of the food safety management system]. Standartyzacija, sertyfikacija, jakist' [Standardization, certification, quality]. no. 1, pp. 50–52.

26. Tolok, G. (2016). Mikrobiologichni kryterii' bezpeky i jakosti harchovoi' produkci' [Microbiological criteria for food safety and quality]. Prodovol'cha industrija APK [Food industry of agro-industrial complex]. no. 1–2, pp. 37–38.

Установление критических контрольных точек по системе НАССР при производстве сливочного масла способом сбивания

Вовкогон А.Г., Надточий В.Н., Роль Н.В., Мерзлова Г.В., Слюсаренко А.А., Слюсаренко С.В., Чернюк С.В., Качан А.Д., Недашковский В.М.

В статье освещены особенности производства масла способом сбивания сливок и этапы внедрения системы НАССР при производстве масла.

Рассмотрены подготовительные шаги и принципы системы, используемые при разработке плана НАССР. Для получения безопасного и качественного продукта был разработан профилактический подход, в основе которого лежит контроль критических контрольных точек для предупреждения проблем безопасности готового продукта. С этой целью использовали установки и рекомендации, гармонизированные с международными государственными стандартами.

Анализируя способ производства масла сбиванием сливок периодическим и непрерывным способом, установили недостатки технологии по повышенному микробному обсеменению на этапах подготовки сливок к сбиванию и добавлению наполнителей.

Согласно ГОСТ 4399 : 2005 «Масло сливочное. Технические условия» сделано описание готового продукта с характеристикой состава продукта, состояния упаковки, продолжительности и условий хранения продукта, потребительской практики. В блок-схеме производства масла сбиванием сливок непрерывным способом представлены технологические операции с уточнением дополнительных операций и действий: хранение обезжиренного молока и сливок, добавление соли и красителя, получение упаковочных материалов.

Проанализированы и идентифицированы опасные факторы, которые могут влиять на безопасность и качество масла. С помощью программ-предпосылок установлены критические контрольные точки в производстве масла: пастеризация сливок; охлаждение и физическое созревание сливок.

Установлено, что корректирующими действиями по мониторингу контроля в критических контрольных точках являются химические измерения: определение активной и титруемой кислотности сливок и микробиологические исследования. Определены критические точки контроля производства масла сливочного с указанием показателей контроля: режим пастеризации, БГКП, МА-ФАНМ, температура, продолжительность созревания.

Обнаружение и мониторинг критических контрольных точек в процессе производства масла сливочного позволяет более эффективным и экономичным способом достигать качества и безопасности, чем традиционные средства инспекции и испытания готовой продукции.

Ключевые слова: система НАССР, принципы НАССР, опасные факторы, блок-схема, программы-предпосылки, критические контрольные точки, мониторинг контроля, биологические риски.

Setting the critical control points according to the HACCP system for the production of butter by whipping cream

Vovkogon A., Nadtochiy V., Rol N., Merzlova H., Sliusarenko A., Sliusarenko S., Chernyuk S., Kachan A., Nedashkivsky V.

The article highlights the features of butter production by the method of hammering cream in batch and continuous butter makers and the stages of implementation of the HACCP system in butter production. The preparatory steps and principles of the system used in the development of the HACCP plan are considered. To obtain a safe and quality product, a preventive approach was developed, which is based on the principle of critical control points in the analysis of hazards. For this purpose, we used regulations and recommendations harmonized with international state standards. Analyzing the method of butter production by hammering cream in a periodic and continuous way, we identified the disadvantages of the technology for increased microbial contamination at the stages of preparing cream for hammering and adding fillers. According to SSU 4399: 2005 "Butter. Technical conditions" a description of the finished product was made with the characteristics of the composition of the product, the state of the packaging, the duration and conditions of storage of the product, consumer practice. In

the flowchart of butter production by the continuous method of knitting cream together, technological operations are presented with the specification of additional operations and actions: storage of skim milk and cream, addition of salt and dye, and the resulting packaging materials. Hazards that can affect the safety and quality of the oil have been analyzed and identified. With the help of prerequisite programs, critical control points in butter production have been established: pasteurization of cream; cooling and physical maturation of the cream. It was found that the corrective actions for monitoring control at critical control points are chemical measurements: determination of active and titratable acidity of cream and microbiological studies. The points of control of butter production were determined, indicating the control indicators: pasteurization mode, bacteria of the *Escherichia coli* group, the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms, temperature, ripening duration. The detection and monitoring of critical control points in the butter production process allows a more efficient and cost-effective method to achieve quality and safety than traditional means of inspection and testing of finished products.

Key words: HACCP system, HACCP principles, hazards, block diagram, prerequisite programs, critical control points, control monitoring, biological risks.



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



ВОВКОГОН А.Г.

ID <https://orcid.org/0000-0002-0521-2737>

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 636.03.636.92.035

Перетравність поживних речовин і баланс Нітрогену в кролів залежно від кількості кормової добавки у комбікормі**Федорченко М.М.** *Білоцерківський національний аграрний університет* cezarfam@ukr.net

Федорченко М.М. Перетравність поживних речовин і баланс Нітрогену в кролів залежно від кількості кормової добавки у комбікормі. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 139–145.

Fedorchenko M.M. Peretravnist' pozhyvnyh rechovyh i balans Nitroghenu v kroliv zalezho vid kil'kosti kormovoї dobavky u kombikormi. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciї tvarynnyctva», 2020. № 2. PP. 139–145.

Рукопис отримано: 10.10.2020р.

Прийнято: 07.11.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-139-145

Для вивчення впливу різних доз кормової добавки ТК ВМП у складі повнораціонних гранульованих комбікормів на перетравність поживних речовин та ретенцію Нітрогену у молодняку кролів за інтенсивної технології вирощування було проведено науково-господарський дослід. Для проведення балансового дослід з кожної групи дослідних тварин відбирали 4 кролі, яких розміщували індивідуально у спеціально обладнаних клітках. Дослід проводили за методом груп у три періоди: підготовчий – 7 діб, попередній – 5 діб, обліковий – 6 діб. Аналіз кормів, калу, сечі проводили згідно з загальноприйнятими методиками зоохімічного аналізу. Для годівлі молодняку дослідних груп кролів використовували повнораціонні гранульовані комбікорми, у структурі яких був різний вміст кормової добавки. Кролям згодовували повнораціонні гранульовані комбікорми, де вміст пшеничних висівків становив 25,7 %, зерна ячменю – 13,0, зерна кукурудзи – 5,0, макухи соєвої – 2,5, макухи соняшникової – 15,0, сінного борошна люцерни – 25,0, вівса – 10,0, кухонної солі – 0,35 %. Поживність гранульованого повнораціонного комбікорму для всіх дослідних груп кролів була однаковою. За даними балансового дослід найкращі показники перетравності поживних речовин було встановлено у молодняку кролів новозеландської породи з дозою згодовування кормової добавки ТК ВМП у складі гранульованих комбікормів – 3,5 %. За такої дози коефіцієнт перетравності органічних речовин становив 63,3 %, сирого протеїну – 67,9, сирого жиру – 74,1, сирого клітковини – 24,8 та безазотистих екстрактивних речовин – 72,3 %, що сприяло підвищенню перетравності органічної речовини на 2,5 %, сирого протеїну – на 3,9 ($p \leq 0,05$), сирого жиру – на 2,9, сирого клітковини та БЕР – відповідно на 1,9 та 2,6 % у молодняку кролів за інтенсивного вирощування на м'ясо. Установлено, що тварини дослідної групи, яким згодовували у складі комбікорму кормову добавку ТК ВМП у кількості 3,5 %, за відношенням між кількістю засвоєного від спожитого азоту переважали тварин із контрольної групи на 2,92 % ($p \leq 0,05$). Отже, дані досліджень свідчать про позитивний вплив кормової добавки ТК ВМП на ріст і розвиток молодняку кролів новозеландської породи.

Ключові слова: коефіцієнт перетравності, молодняк кролів, комбікорм, органічна речовина, протеїн, жир, клітковина, Купрум.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Кролівництво є галуззю тваринництва, яка забезпечує виробництво дієтичного м'яса, хутра, пуху і шкіри. Кролі – рослиноїдні тварини з однокамерним шлунком. Споживання корму малими порціями є характерною особливістю живлення кролів, що пов'язано з

анатомічними, фізіологічними та віковими особливостями будови травного каналу [1, 2, 3].

У кролів є велика кількість переваг над іншими сільськогосподарськими тваринами [4, 5]. Вони характеризуються високою плодючістю завдяки здатності поєднувати фізіологічні періоди лактації і суєрності (кролиці можуть

запліднюватися вже через 7–8 діб після народження кроленят) [6, 7, 8]. Кролі мають короткий період сукрільності, у них відсутня сезонність розмноження, їм притаманна висока оплата корму [9, 10].

Завдяки короткому періоду сукрільності, скоростиглості та інтенсивному росту молодняку – від однієї кролиці можна отримати за рік кількість м'яса, яка переважає більш як у 50 разів її власну масу [11, 12, 13]. Біологічні особливості травлення кролів потребують насичення раціонів клітковиною, що здешевлює вартість раціону. Високої продуктивності кролів можливо досягти завдяки правильній організації годівлі і збалансованості раціонів за всіма поживними речовинами [15, 16].

У сучасних умовах зусилля науковців і виробників спрямовано на розроблення ресурсозберігальних технологій екологічно чистого виробництва м'яса і шкурок, за годівлі їх раціонами з використанням нових рецептів білково-вітамінно-мінеральних добавок, дешевих, нетрадиційних кормів і різних біологічно активних речовин [17, 18].

Сьогодні виникла проблема у забезпеченні тварин високоякісними кормовими добавками у складі повнораціонного гранульованого комбікорму, оскільки його неповноцінність впливає на підвищення витрат кормів на одиницю продукції, відтворну здатність та обмін речовин. На сучасному ринку України пропонують різні білково-вітамінно-мінеральні кормові добавки [19].

Метою дослідження було вивчення впливу згодовування кормової добавки ТК ВМП у складі повнораціонних гранульованих комбікормів на перетравність та обмін поживних речовин у молодняку кролів за інтенсивного вирощування.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у виробничих умовах кролеферми ТОВ "Грегут" на кролях новозеландської породи, яких утримували у господарстві. Усі кролі були клінічно здоровими. Годівлю тварин здійснювали повнораціонними комбікормами. Доступ до корму та води був вільним.

Для вивчення перетравності поживних речовин і балансу Нітрогену було проведено балансовий дослід за методиками, описаними у довідковій літературі [20]. Дослідних кролів утримували у приміщенні за однакових умов. Зважування проводили з точністю до 1 г.

Для проведення балансового досліді з кожної групи відбирали 4 кролі, яких розміщували індивідуально у спеціально обладнаних клітках. Дослід проводили за методом груп у

три періоди: підготовчий – 7 діб, попередній – 5 діб, обліковий – 6 діб.

Аналіз кормів, калу, сечі проводили згідно з загальноприйнятими методиками зоохімічного аналізу [21].

Перед початком облікового періоду всі клітки мили, очищали від залишків корму, калу, сечі, пуху та дезінфікували. На кожній клітці закріплювали табличку, на якій записували номер групи, тварини і живу масу кроля.

Збір калу і сечі проводили за допомогою спеціально виготовленого дна клітки, що нагадувало перевернуту до низу трапецію зі зрізаною вершиною. Зібраний кал очищали, зважували на лабораторних вагах AD-50 з точністю до 0,01 г і поміщали у банку з притертою кришкою. Як консервант використовували 10 % розчин нітратної кислоти і тимол. Для дослідження хімічного складу калу наприкінці досліді з кожної банки брали середню пробу.

Збір сечі проводили в скляні банки ємністю 500 мл з лійками, накритими фільтрувальною тканиною з крупними вічками. Для консервування сечі у банки добавляли 2–3 кристалики тимолу. Добову кількість сечі виливали у мірний циліндр для визначення об'єму, переливали в скляну банку і зберігали у холодильнику.

Дослідження хімічного складу кормів, нез'їдених залишків, води, калу і сечі проводили за традиційними методиками зоотехнічного аналізу.

На основі записів у журналі розраховували кількість з'їденого корму, виділеного калу і сечі. За даними хімічного аналізу визначали коефіцієнти перетравності поживних речовин корму і баланс Нітрогену.

Результати дослідження. У балансовому досліді кролі першої (контрольної) групи отримували повнораціонний гранульований комбікорм, а кролі інших трьох дослідних груп отримували комбікорм із вітамінно-мінеральною добавкою, як наведено у таблиці 1.

Упродовж підготовчого періоду умови утримання і годівлі кролів були однаковими, комбікорм у годівницю засипали один раз на добу. У зрівняльний період кролів годували комбікормами з вітамінно-мінеральною добавкою і визначали поїдання для уточнення норм згодовування. Упродовж основного періоду умови утримання і годівлі залишались такими самими як у зрівняльному періоді. У цей час враховували кількість заданого корму, нез'їдених залишків, спожитої води, виділеного калу і сечі.

Кролям дослідних груп згодовували повнораціонні гранульовані комбікорми, в яких вміст пшеничних висівок становив 25,7 %, зер-

Таблиця 1 – Схема науково-господарського досліджу

Група	Кількість тварин	Зрівняльний період (15 діб)	Основний період (60 діб)
1-контрольна	15	Основний раціон (ОР)	ОР із вмістом Екокорм ТМ Біоніт Груп
2-дослідна	15	ОР	ОР із вмістом ТК ВМП (3,0 %)
3-дослідна	15	ОР	ОР із вмістом ТК ВМП (3,5 %)
4-дослідна	15	ОР	ОР із вмістом ТК ВМП (4,0 %)

на ячменю – 13,0, зерна кукурудзи – 5,0, макухи соєвої – 2,5, макухи соняшникової – 15,0, сінного борошна люцерни – 25,0, вівса – 10,0, кухонної солі – 0,35 %.

Набір основних кормів був однаковим як у контролі, так і дослідних групах. Однак комбікорм різнився за вмістом Ca, P, Fe, Cu, Zn, Mn, Co, I та вітамінів A, D, E, B₁, B₂, B₃, B₅.

Для визначення впливу різних доз кормових добавок на перетравність поживних речовин комбікорму було проведено балансовий дослід і експериментально доведено, що використання повнораціонного гранульованого комбікорму з різним вмістом мікроелементів та вітамінів неоднаково впливає на перетравність поживних речовин комбікорму (табл. 2).

Так, перетравність органічної речовини у кролів 2-ї дослідної групи підвищилася на 1,7 %, 3-ї – 2,5 і 4-ї дослідної групи – на 1,4 %, порівнюючи з тваринами контрольної групи. Статистично значущої різниці між показниками перетравності органічної речовини не встановлено.

За показниками перетравності сирого протеїну кролі 2-, 3- та 4-ї дослідних груп перевищували контрольну групу, відповідно, на 3,2 % ($p \leq 0,05$), 3,9 ($p \leq 0,05$) та 1,4 %.

З підвищенням дози кормової добавки в гранульованому комбікормі відбувається підвищення коефіцієнтів перетравності сирого жиру у кролів 2- та 3- дослідних груп. Цей показник перевищував аналогів контрольної групи, відповідно, на 2,4 та 2,9 %. Показник перетравності 4-ї дослідної групи був на рівні контрольної групи.

У кролів дослідних груп коефіцієнти перетравності сирого клітковини були дещо вищими: 2-ї – на 1,7 %, 3-ї – 1,9 і 4-ї – 0,8 %, порівнюючи

з тваринами контрольної групи. Статистично значущої різниці між показниками перетравності сирого клітковини не встановлено.

Безазотисті екстрактивні речовини краще перетравлювалися у кролів дослідних груп. Так, тварини 2-, 3- і 4-ї груп за показниками перетравності переважали аналогів з контрольної групи, відповідно, на 1,9, 2,6 та 1,5 %.

Отже, оптимальним вмістом вітамінно-мінеральної добавки ТК ВМП у складі гранульованого комбікорму для кролів є 3,5 %, що сприяло підвищенню перетравності органічної речовини на 2,5 %, сирого протеїну – на 3,9 ($p \leq 0,05$), сирого жиру – на 2,9, сирого клітковини та БЕР – відповідно на 1,9 та 2,6 % у молодняку кролів, які вирощуються на м'ясо.

Баланс Нітрогену є показником обміну протеїну в організмі та доводить ефективність використання азотистих речовин корму. До організму Нітроген надходить у вигляді сирого протеїну, складовою частиною якого є білки.

Баланс Нітрогену вивчається для оцінювання рівня забезпеченості тварин протеїном корму, дає змогу встановити рівень використання в організмі сирого протеїну корму та його вплив на утворення м'язової тканини.

Баланс Нітрогену являє собою різницю між кількістю елемента, який надходить в організм з кормом, та його кількістю, виведеною у вигляді кінцевих продуктів обміну. Баланс Нітрогену є важливим показником, який зумовлює зміни в організмі тварин. Так, у проведеному досліді баланс Нітрогену у тварин усіх груп був позитивним, що наведено у таблиці 3.

Аналіз даних таблиці 3 довів, що з кормом дослідними кролями всіх груп було спожито 4,84–4,88 г Нітрогену, хоча виділення його з калом та сечею було різне між групами дослід-

Таблиця 2 – Перетравність поживних речовин

Показник	Група			
	контрольна	дослідна		
	1	2	3	4
Органічна речовина	60,8±0,92	62,5±0,76	63,3±0,35	62,2±0,69
Сирий протеїн	64,0±0,76	67,2±0,62*	67,9±0,54*	65,4±0,69
Сирий жир	71,2±0,90	73,6±0,86	74,1±0,59	71,6±0,97
Сира клітковина	22,9±1,17	24,6±0,93	24,8±0,86	23,7±0,70
БЕР	69,7±0,83	71,6±0,85	72,3±0,59	71,1±0,62

Примітка. * – $p \leq 0,05$ – порівняно з контрольною групою.

Таблиця 3 – Середньодобовий баланс Нітрогену, г, $\bar{D} \pm S_{\bar{D}}$ (n=4)

Показник	Група			
	контрольна	дослідна		
		2	3	4
Прийнято з кормом	4,84±0,051	4,86±0,084	4,88±0,067	4,85±0,050
Виділено з калом	1,32±0,031	1,27±0,010	1,29±0,023	1,30±0,028
Виділено з сечею	2,08±0,044	2,07±0,060	1,99±0,026	2,05±0,036
Засвоєно	1,44±0,024	1,53±0,034	1,59±0,040*	1,51±0,055
Засвоєно, % від прийнятого	29,75±0,273	31,41±0,239*	32,67±0,477*	31,05±0,814

Примітка. * – $p \leq 0,05$ порівняно з контрольною групою.

них тварин. Так, за показником вмісту Нітрогену у виділеному калі кролі 2-, 3- та 4-ї дослідних груп поступалися тваринам контрольної групи, відповідно, на 3,8 %, 2,3 і 1,5 %.

За кількістю Нітрогену, який виділявся з сечею, тварини 2-ї дослідної групи були на рівні контролю. У кролів 3- та 4-ї дослідних груп цей показник був менший проти контрольних аналогів, відповідно, на 4,4 та 1,5 %.

Згодовування кормової добавки в складі гранульованого комбікорму зумовило збільшення кількості засвоєного Нітрогену в кролів усіх дослідних груп проти контролю. Це збільшення для кролів 2-, 3- і 4-ї дослідних груп становило відповідно 6,2; 10,4 ($P < 0,05$) і 4,8 %.

За відношенням між кількістю засвоєного та спожитого азоту кролі 2-ї дослідної групи переважали тварин контрольної на 1,66 %; 3-ї – на 2,92, 4-ї – на 1,3 %.

Отже, згодовування кролям комбікорму з різним умістом досліджуваних кормових добавок позитивно вплинуло на ретенцію Нітрогену у кролів новозеландської породи за інтенсивної технології вирощування. Дослідженнями встановлено, що найкраще Нітроген засвоювався в організмі дослідних тварин, яким додавали 35 г кормової добавки ТК ВМП на 1 кг гранульованого комбікорму.

За даними вивчення балансу Нітрогену оптимальною дозою згодовування кормової добавки ТК ВМП у складі раціонів молодняку кролів є 3,5 % у структурі гранульованого комбікорму. За збільшення дози до 4,0 % показник рівня засвоєння Нітрогену суттєво знижується.

Висновки. Використання гранульованого комбікорму з різним умістом досліджуваних кормових добавок позитивно вплинуло на перетравність поживних речовин і ретенцію Нітрогену у кролів новозеландської породи за інтенсивної технології вирощування. Оптимальною дозою кормової добавки ТК ВМП у складі раціонів молодняку кролів новозеландської породи є 3,5 %, що сприяє підвищенню перетравності органічної речовини на 2,5 %, сирого протеїну – на 3,9 ($p \leq 0,05$), сирого жиру

– на 2,9, сирій клітковини та БЕР – відповідно на 1,9 та 2,6 %, порівнюючи з показниками контрольної групи.

За відношенням засвоєного від спожитого азоту кролі дослідної групи, яким згодовували кормову добавку ТК ВМП у кількості 3,5 % у складі комбікорму, переважали тварин із контрольної групи на 2,92 % ($p \leq 0,05$).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Combes S., Fortun-Lamothe L., Cauquil L., Gidenne T. Engineering the rabbit digestive ecosystem to improve digestive health and efficacy. *Animal*. 2013. Vol. 7. P. 1429–1439.
2. Safwat A. M., Sarmiento-Franco L., Santos-Ricalde R., Nieves D. Effect of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* or *Moringa oleifera* leaf meal on performance of growing rabbits. *Tropical Animal Health Production*. 2014. Vol. 7. P. 1193–1198.
3. Rybalka M. A., Stepchenko L. M. Особливості мінерального обміну у кролів за умови корекції біологічно активними кормовими добавками на тлі імплантування PLA імплантатів. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 2020. Vol. 8 (2). P.171–178.
4. Островских Е. Н., Степанов А. В. Биологические особенности кроликов разных пород. *Молодежь и наука*. 2018. № 4. С. 7–9.
5. Інноваційні технології виробництва і переробки продукції тваринництва: курс лекцій з вивчення дисципліни для здобувачів III рівня вищої освіти «доктори філософії» спеціальності 204 «ТВППТ» денної та заочної форми навчання / за ред. М.О. Шалімова. Одеса: ОДАУ. 2020. 181 с.
6. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / І. І. Ібатуллін та ін. ред. І. І. Ібатуллін, О. М. Жуковський. Київ: Аграрна наука. 2016. 300 с.
7. Кирилів Я. І., Гіль Л. Г., Осташевський В. І. Програма вирощування кролів. Львів, ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. 2012. 61 с.
8. Уманець Р. Нетрадиційні кормові культури в годівлі кролів: козлятник східний. *Тваринництво сьогодні*. 2018. №5. С. 60–65.
9. Лучин І. С., Дармограй Л.М. Шляхи вирішення білкової проблеми при інтенсивному виробництві кролятини. *Тваринництво України*. 2015. №7. С. 20–22.
10. Голубєв, М.І., Позняковський, Ю.В. Ефективність використання комбікормів з різним рівнем клітковини у годівлі молодняку кролів. *Науковий вісник Львівського*

національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького. 2013. № 1 (2). С. 41–46.

11. Аксьонов Є.О. Формування вагових, лінійних та м'ясних показників у кролів м'ясо-шкуркового напрямку за використання комбінованого типу годівлі. Науково-технічний бюлетень. 2017. № 118. С. 40–48.

12. Платонова Н.П., Петров Г.П., Коцюбенко Г.А. Вплив раціонів з різним рівнем та структурою клітковини на збереженість та щоденні прирости ремонтного молодняку кроликів новозеландської білої породи. Ефективне кролівництво і звірівництво. 2018. № 4. С. 103–111.

13. Дуда Ю. В. Вплив кормової добавки на основі амаранту на показники клітинного імунітету кролів за еймеріозу. Theoretical and Applied Veterinary Medicine. 2020. № 8(1). С.13–19.

14. Гринів М. В. Ріст і розвиток організму кролів за згодовування різних кількостей зерна тритикале. Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. 2019. № 1. С. 28–35.

15. Гуцол А. В., Сироватко К. М., Вугляр В. С. Використання білково-вітамінно-мінеральних добавок у тваринництві. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З Гжицького. Сільськогосподарські науки. 2018. № 84. С. 154–160.

16. Yesmin S., Uddin M., Chacrabati R. Effect of methionine supplementation on the growth performance of rabbit. Bangladesh Journal of Animal Science. 2013. Vol 42 (1). P. 40–43.

17. Ivanytska A. I., Lesyk Ya.V., Kropyvka S.Y., Hoivanovych N. K. Growth and development of the organism rabbits for the feeding of the silicon connection. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 2017. Vol. 19 (82). P. 82–87. Doi:<https://doi.org/10.15421/nvvet8217>.

18. Dychok-Nezelska A.Z., Lesyk Ya.V., Kovalchuk I.I. The effect of sulfur compounds on the content of microelements in tissue organism rabbits. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Veterinary Sciences. 2019. Vol. 21 (95). P. 161–165.

19. Методика проведения балансовых опытов. Практические методики исследований в животноводстве/под ред. В. С. Козыря. Днепропетровск, АРТ-Пресс. 2002. С. 79–91.

20. Практические методики исследований в животноводстве / под ред. В. С. Козыря. Днепропетровск, Арт-Пресс. 2002. С. 135–158.

REFERENCES

1. Combes, S., Fortun-Lamothe, L., Cauquil, L., Gidenne, T. (2013). Engineering the rabbit digestive ecosystem to improve digestive health and efficacy. *Animal*. Vol. 7, pp. 1429–1439.

2. Safwat, A. M., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R., Nieves, D. (2014). Effect of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* or *Moringa oleifera* leaf meal on performance of growing rabbits. *Tropical Animal Health Production*. Vol. 7, pp. 1193–1198.

3. Rybalka, M. A., Stepchenko, L. M. (2020). Osoblyvosti mineralnogo obminu u kroliv za umovy korektsii biolohichno

aktyvnymy kormovymy dobavkamy na tli implantuvannia PLA implantativ [Features of mineral metabolism in rabbits under the condition of correction by biologically active feed additives against the background of implantation of PLA implants]. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. Vol. 8 (2), pp. 171–178.

4. Ostrovskih, E.N., Stepanov, A.V. (2018). Biologicheskie osobennosti krolikov raznykh porod [Biological characteristics of rabbits of different breeds]. *Molodezh i nauka [Youth and Science]*. Vol. 4, pp. 7–9.

5. Shalimov, M.O. (2020). Innovatsiini tekhnolohii vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnystv: kurs leksii z vyvchennia dystsypliny dlia zdobuvachiv III rivnia vyshchoi osvity «doktory filosofii» spetsialnosti 204 «TVPPT» dennoi ta zaочноi formy navchannia [Innovative technologies of production and processing of livestock products: a course of lectures on the discipline for students of the third level of higher education "Doctors of Philosophy" specialty 204 "TVPPT" full-time and part-time education]. Odessa: ODAU, 181 p.

6. Ibatullin, I. I., Bashchenko, M. I., Zhukorskyi, O. M. (2016). Dovidnyk z povnotsinnoi hodivli silskohospodarskykh tvaryn [Handbook of complete feeding of farm animals]. Kyiv: Agrarian Science, 300 p.

7. Kyryliv, Ya.I., Hil, L.H., Ostashevskyi, V.I. (2012). Prohrama vyroshchuvannia kroliv [Rabbit breeding program]. Lviv, LNUVMB im. S.Z. Hzhyskoho [Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv]. 61 p.

8. Umanets, R. (2018). Netradytsiini kormovi kultury v hodivli kroliv: kozliatnyk skhidnyi [Unconventional forage crops in rabbit feeding: oriental goat]. *Tvarynnystvo sohodni [Livestock today]*. no. 5, pp. 60–65.

9. Luchyn, I. S., Darmohrai, L.M. (2015). Shliakhy vyrishennia bilkovoi problemy pry intensyvnomu vyrobnytstvi kroliatyny [Ways to solve the protein problem in intensive rabbit production]. *Tvarynnystvo Ukrainy [Livestock of Ukraine]*. no. 7, pp. 20–22.

10. Holubiev, M.I., Pozniakovskiy, Yu.V. (2013). Efektyvnist vykorystannia kombikormiv z riznym rivnem klitkovyny u hodivli molodniaku kroliv [The effectiveness of the use of feed with different levels of fiber in the feeding of young rabbits]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. Gzhyskoho [Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv]*. no. 1 (2), pp. 41–46.

11. Aksonov, Ye.O. (2017). Formuvannia vahovykh, liniinykh ta miasnykh pokaznykiv u kroliv miaso-shkurkovoho napriamu za vykorystannia kombinovanoho typu hodivli [Formation of weight, linear and meat indicators in rabbits of meat and skin direction with the use of combined type of feeding]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten [Scientific and technical bulletin]*. no. 118, pp. 40–48.

12. Platonova, N.P., Petrov, H.P., Kotsiubenko, H.A. (2018). Vplyv ratsioniv z riznym rivnem ta strukturoiu klitkovyny na zberezhenist ta shchodenni pryrosty remontnogo molodniaku kroliv novozelandskoi biloi porody [Influence of diets with different levels and structure of fiber on the safety and daily growth of repair young rabbits of New Zealand white breed]. *Efektivne krolivnytstvo i zvirivnytstvo [Effective rabbit breeding and animal husbandry]*. no. 4, pp. 103–111.

13. Duda, Yu.V. (2020). Vplyv kormovoi dobavky na osnovi amarantu na pokaznyky klitynnnoho imunitetu kroliv za eimeriozu [Influence of amaranth-based feed additive on cellular immunity of rabbits in eimeriosis]. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. no. 8(1), pp. 13–19.

14. Hryniv, M.V. (2019). Rist i rozvytok orhanizmu kroliv za zghodovuvannia riznykh kilkostei zerna trytykale [Growth and development of the body of rabbits by feeding different amounts of triticale grain]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn* [Scientific and technical bulletin of the State Research Control Institute of Veterinary Drugs and Feed Additives and the Institute of Animal Biology]. no. 1, pp. 28–35.

15. Hutsol, A.V., Syrovatko, K.M., Vuhliar, V.S. (2018). Vykorystannia bilkovo-vitaminno-mineralnykh dobavok u tvarynnytsi [The use of protein-vitamin-mineral supplements in animal husbandry]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho* [Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv]. *Silskohospodarski nauky* [Agricultural sciences]. no. 84, pp. 154–160.

16. Yesmin, S., Uddin, M., Chacrabati, R. (2013). Effect of methionine supplementation on the growth performance of rabbit. *Bangladesh Journal of Animal Science*. Vol 42 (1), pp. 40–43.

17. Ivanytska, A. I., Lesyk, Ya.V., Kropyvka, S.Y., Hoivanovych, N. K. (2017). Growth and development of the organism rabbits for the feeding of the silicon connection. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Vol. 19 (82), pp. 82–87. Available at: <https://doi.org/10.15421/nvlvet8217>.

18. Dychok-Nedzelska, A.Z., Lesyk, Ya.V., Kovalchuk, I.I. (2019). The effect of sulfur compounds on the content of microelements in tissue organism rabbits. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. *Veterinary Sciences*. Vol. 21 (95), pp. 161–165.

19. Kozyr, V. S. (2002). Metodika provedeniya balansovyykh opytov [Methodology for conducting balance experiments]. *Prakticheskie metodiki issledovaniy v zhivotnovodstve* [Practical research methods in animal husbandry]. Dnepropetrovsk, ART-Press, pp. 79–91.

20. Kozyr, V.S. (2002). *Prakticheskie metodiki issledovaniy v zhivotnovodstve* [Practical research methods in animal husbandry]. Dnepropetrovsk, Art-Press. pp. 135–158.

Переваримость питательных веществ и баланс азота у кроликов в зависимости от количества кормовой добавки в комбикорме

Федорченко М.М.

Для изучения влияния различных доз кормовой добавки ТК ВМП в составе полнорационных гранулированных комбикормов на переваримость питательных веществ и ретенцию азота в молодняка кроликов при интенсивной технологии выращивания был проведен научно-хозяйственный опыт. Для проведения балансового опыта из каждой группы исследуемых животных отбирали по 4 кролика, которых размещали индивидуально в специально оборудованных клетках. Опыт проводили по методу групп в три периода: подготовительный – 7

суток, предыдущий – 5 суток, учетный – 6 суток. Анализ кормов, кала, мочи проводили согласно общепринятых методик зоохимического анализа. Для кормления молодняка опытных групп кроликов использовали полнорационные гранулированные комбикорма, в структуре которых было разное содержание кормовой добавки. Кроликам скармливали полнорационные гранулированные комбикорма, где содержание пшеничных отрубей составило 25,7 %, зерна ячменя – 13,0, зерна кукурузы – 5,0, жмыха соевого – 2,5, жмыха подсолнечного – 15,0, сенной муки люцерны – 25,0, овса – 10,0, поваренной соли – 0,35 %. Питательность гранулированного полнорационного комбикорма для всех опытных групп кроликов была одинаковой. По данным балансового опыта лучшие показатели переваримости питательных веществ были установлены в молодняка кроликов новозеландской породы, с дозой скармливания кормовой добавки ТК ВМП в составе гранулированных комбикормов – 3,5 %. При такой дозе коэффициент переваримости органических веществ составил 63,3 %, сырого протеина – 67,9, сырого жира – 74,1, сырой клетчатки – 24,8 и безазотистых экстрактивных веществ – 72,3 %, что способствовало повышению переваримости органического вещества на 2,5 %, сырого протеина – на 3,9 ($p \leq 0,05$), сырого жира – на 2,9, сырой клетчатки и МАР – соответственно на 1,9 и 2,6 % у молодняка кроликов при интенсивном выращивании на мясо. Установлено, что животные опытной группы, которым скармливали в составе комбикорма кормовую добавку ТК ВМП в количестве 3,5 %, по отношению между количеством усвоенного от потребленного азота преобладали над животными из контрольной группы на 2,92 % ($p \leq 0,05$). Таким образом, данные исследований свидетельствуют о положительном влиянии кормовой добавки ТК ВМП на рост и развитие молодняка кроликов новозеландской породы.

Ключевые слова: коэффициент переваримости, молодняк кроликов, комбикорм, органическое вещество, протеин, жир, клетчатка, медь.

Digestiveness of nutrients and nitrogen balance in rabbits with different quantities of feed additives in feed **Fedorchenko M.M.**

To study the effect of different doses of feed additive TC VMP in the composition of complete feed granular feed on the digestibility of nutrients and retention of Nitrogen in young rabbits with intensive cultivation technology, a scientific and economic experiment was conducted. To carry out a balance experiment, four rabbits were selected from each group of test animals, which were placed individually in specially equipped cages. The experiment was performed by the method of groups in three periods: preparatory – 7 days, preliminary – 5 days, accounting – 6 days. Analysis of feed, feces, urine was performed according to generally accepted methods of zoochemical analysis. For feeding young animals of experimental groups of rabbits used complete ration granular feed, in the structure of which there was a different content of feed additives. Rabbits were fed complete feed granular feed where the content of wheat bran was – 25.7%, barley grain – 13.0%, corn grain – 5.0%, soybean meal – 2.5%, sunflower meal – 15.0%, hay flour alfalfa – 25.0%, oats – 10.0%, table salt – 0.35%. The nutritional value of granular complete feed for all experimental groups of rabbits

was the same. According to the balance experiment, the best indicators of nutrient digestibility were found in young rabbits of New Zealand breed, with a feeding dose of feed additive TC VMP in the composition of granular feed – 3.5%. At this dose, the coefficient of digestibility of organic matter was 63.3%, crude protein – 67.9, crude fat – 74.1, crude fiber – 24.8 and nitrogen-free extractives – 72.3%, which increased the digestibility of organic matter by 2.5%, crude protein by 3.9% ($p \leq 0.05$), crude fat by 2.9%, crude fiber and BER by 1.9 and 2.6%, respectively, in young rabbits, with intensive

rearing on meat. It was found that in the body of animals of the experimental group, which were fed as part of the feed additive of TC VMP in the amount of 3.5%, the ratio between the amount of nitrogen absorbed from the consumed rabbits of this experimental group was dominated by animals from the control group by 2.92% (0.05). Thus, research data indicate a positive effect of feed additive TC VMP on the growth and development of young rabbits of New Zealand breed.

Key words: digestibility coefficient, young rabbits, compound feed, organic matter, protein, fat, fiber, copper.



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



Федорченко М.М.

ID <https://orcid.org/0000-0002-5068-7037>

Наукове видання

**Технологія виробництва
і переробки продукції тваринництва**

Збірник наукових праць

№ 2 (158) 2020

*Редактор – І.М. Вергелес
Комп'ютерне верстання: В.С. Мельник*

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

КВ.№15169-3741Р від 03.03.2009 р. №1-05/1

Формат 60¹/₈. Ум.др.арк. 17,0. Зам. 7068. Тираж 300.

Підписано до друку 24.11.2020р.

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.