

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

Збірник наукових праць

№ 1 (164) 2021

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва = Animal Husbandry Products Production and Processing : збірник наукових праць. № 1 (164) 2021. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2021. 171 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 № 4 від 25.05.2021 р.)

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

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Димань Т.М.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Заступник головного редактора – **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
Рейда О.А., ст. викладач, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Розпутний О.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Соболев О.І., д-р с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Ставецька Р.В., д-р с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Цехмістренко С.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Шаран М.М., д-р с.-г. наук, проф., Інститут біології тварин, Львів, Україна
Шурчкова Ю.О., д-р техн. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Editorial board:

Editor in chief – **Dyman T.M.**, D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Deputy Editor in chief – **Pirova L.V.**, PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Members of editorial board:

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

Bitiutskiy 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
Reida O.A., Senior Lecturer, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
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
Рейда О.А., ст. преподаватель, Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
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: redakciavidil@ukr.net.

ЗМІСТ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА	
Aamir Iqbal, Abdul Qudoos, Ismail Bayram, Tytariova O., Bomko V., Kuzmenko O., Cherniavskiy O. Heat stress in dairy cows (Тепловий стрес у дійних корів).....	7
Динько Ю.П., Ставецька Р.В., Бабенко О.І., Старостенко І.С., Клопенко Н.І. Характеристика господарсько корисних ознак корів залежно від типу конституції.....	14
Мищенко О.А., Литвиненко О.М., Афара К.Д., Криворучко Д.І. Вплив відбору бджолиного обніжжя пилюковловлювачем на льотну активність та поведінку бджіл-збиральниць квіткового пилюку.....	25
Кропивка Ю.Г., Бомко В.С., Бабенко С.П. Вплив згодовування змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану та Кобальту на продуктивність корів, перетравність кормів та обмін нітрогену в останній період лактації.....	34
Каркач П. М., Костюк М.М., Машкін Ю.О. Корекція норм кальцію впродовж доби в годівлі курей-несучок	42
Разанова О.П. Вікова динаміка росту і розвитку телят молочного періоду залежно від способу їх утримання.....	48
Зоценко В.М., Бітюцький В.С., Островський Д.М., Андрійчук А.В. М'ясна продуктивність перепелів за випоювання нанокристалічного діоксиду церію.....	57
Гришко В.А., Балацький Ю.О. Санітарно-гігієнічний стан параметрів мікроклімату приміщень легкокаркасного та реконструйованого корівників у весняний період за безприв'язного боксового утримання дійного стада.....	65
Ладика В.І., Склярєнко Ю.І., Павленко Ю.М. Аналіз молочної продуктивності корів української бурої молочної породи різних генотипів за капа-казеїном.....	74
Швачка Р.П., Повод М.Г. Вікова динаміка відтворних якостей свиноматок залежно від тривалості підсисного періоду.....	82
Оглобля В.В., Повод М.Г. Інтенсивність росту ремонтного молодняку свиней ірландського походження залежно від поєднання вихідних порід.....	98

ЕКОЛОГІЯ

Скиба В.В., Присяжнюк Н.М., Волкова О.М., Беляєв В.В., Пришляк С.П. Багаторічна динаміка формування радіонуклідного забруднення промислової іхтіофауни Канівського водосховища.....	108
Веред П.І., Бітюцький В.С., Харчишин В.М., Злочевський М.В. Токсичність, біотрансформація та біоаккумуляція наночастинок срібла в лабораторних умовах та водних екосистемах.....	116

БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

Бордунова О.Г., Астраханцева О.Г., Петренко Г.О., Долбаносова Р.В. Оцінка впливу препарату «Штучна кутикула» на розвиток курячих ембріонів.....	130
Безпалый І.Ф., Постоєнко В.О., Мерзлов С.В., Постоєнко Д.М. Розроблення біотехнологічного прийому з тимчасової ізоляції наповнених стільників для підвищення продуктивності медозбору та якості бджолиного меду.....	137

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Антоненко А.В., Босак Ю.М., Голобурда М.В., Дмитрук К.М., Казакевич С.С., Карпенко А.І. Технологія печива функціонального призначення з фруктозою та харчовими волокнами.....	143
Роль Н. В., Надточій В.М., Цебро А.Д., Вовкогон А.Г., Мерзлова Г.В., Калініна Г.П., Гребельник О. П. Конопляна сировина: нові перспективи для харчової промисловості.....	152

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Олешко О.А., Бітюцький В.С., Мельниченко О.М., Гейко Л.М. Використання різних форм селену в аквакультурі (огляд).....	159
--	-----

CONTENT

TECHNOLOGY OF MANUFACTURE AND PROCESSING PRODUCTION OF ANIMALS

Aamir Iqbal, Abdul Qudoos, Ismail Bayram, Tytariova O., Bomko V., Kuzmenko O., Cherniavskiy O. Heat stress in dairy cows.....	7
Dynko Yu., Stavetska R., Babenko O., Starostenko I., Klopenko N. Characteristics of economically important traits of cows depending on their body built.....	14
Mishchenko O., Lytvynenko O., Afara K., Kryvoruchko D. The influence of the removal bee pollen with the pollen catcher on the flight activity and behaviour of the bees-polen collectors.....	25
Kropyvka Yu., Bomko V., Babenko S. The Influence of feeding mixed ligand complexes of zinc, manganese and cobalt on cow productivity, feed digestivity and nitrogen exchange in the final period of lactation.....	34
Karkach P., Kostiuk M., Mashkin Yu. Correction of calcium norms during the feeding day of laying-hens.....	42
Razanova O. Age dynamics of growth and development of calves of the dairy period depending on a way of their maintenance.....	48
Zotsenko V., Bityutsky V., Ostrovskiy D., Andriichuk A. Meat productivity of quails by feeding nanocrystalline cerium dioxide.....	57
Gryshko V., Balatskiy Y. Sanitary and hygienic condition of the microclimate parameters of the premises of light-frame and reconstructed cowsheds in the spring with loose housing of the dairy herd.....	65
Ladyka V., Sklyarenko Y., Pavlenko Y. Analysis of dairy productivity of cows of ukrainian brown dairy breed of different genotypes by kappa-casein.....	74
Shvachka R., Povod M. Age dynamics of reproductive qualities of sows depending on the duration of the suckling period.....	82
Ohloblia V., Povod M. The growth rate of repair young pigs of Irish origin, depending on the combination of the original breeds.....	98

ECOLOGY

Skiba V., Prisyazhnyuk N., Volkova O., Belyaev V., Prishlyak S. Long-term dynamics of radionuclide contamination formation in the industrial ichthyofauna of the Kaniv Reservoir	108
Vered P., Bityutsky V., Kharchyshyn V., Zlochevskiy M. Toxicity, biotransformation and bioaccumulation of silver nanoparticles in laboratory conditions and aquatic ecosystems.....	116

BIOTECHNOLOGIES AND BIOENGINEERING

Bordunova O., Astrahantseva O., Petrenko H., Dolbanosova R. The impact assessment of the drug "Artificial cuticle" on the development of chicken embryos.....	130
Bezpalnyi I., Postoienko V., Merzlov S., Postoienko D. Development of biotechnological method for temporary isolation of filled honeycombs to increase the productivity of honey collection and the quality of bee honey.....	137

FOOD TECHNOLOGY

Antonenko A., Bosak Y., Goloburda M., Dmitruk K., Kazakevich S., Karpenko A. The technology of functional bakery cookies with fructose and food fibers.....	143
Rol N., Nadtochiy V., Tsebro A., Vovkohon A., Merzlova H., Kalinina H., Hrebelnyk O. Hemp raw materials: new perspectives for the food industry.....	152

WATER BIORESOURCES AND AQUACULTURE

Oleshko O., Bityutsky V., Melnichenko O., Geiko L. The use of various forms of selenium in aquaculture.....	159
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ
ЖИВОТНОВОДСТВА

Амир Икбал, Абдул Кудуос, Измаил Байрам, Титарёва Е.М., Бомко В.С., Кузьменко О.А., Чернявский А.А. Тепловой стресс у дойных коров.....	7
Дынько Ю. П., Ставецкая Р. В., Бабенко Е. И., Старостенко И. С., Клопенко Н. И. Характеристика хозяйственно полезных признаков коров в зависимости от типа конституции....	14
Мищенко А.А., Литвиненко О.Н., Афара К.Д., Криворучко Д.И. Влияние отбора пчелиной обножки пыльцеуловителем на летную активность и поведение пчел-сборщиц цветочной пыльцы.....	25
Кропивка Ю.Г., Бомко В.С., Бабенко С.П. Влияние скармливания смешаннолигандных комплексов Цинка, Марганца и Кобальта на продуктивность коров, переваримость корма и обмен азота в последний период лактации.....	34
Каркач П.М., Костюк М.М., Машкин Ю.А. Коррекция норм кальция в течение суток при кормлении кур-несушек	42
Разанова Е.П. Возрастная динамика роста и развития телят молочного периода в зависимости от способа их содержания.....	48
Зоценко В.М., Битюцкий В.С., Островский Д.М., Андрийчук А.В. Мясная продуктивность перепелов при выпаивании нанокристаллического диоксида церия.....	57
Гришко В.А., Балацкий Ю.А. Санитарно-гигиеническое состояние параметров микроклимата помещений легкокаркасного и реконструированного коровников в весенний период при беспривязном боксовом содержании дойного стада	65
Ладыка В.И., Скляренко Ю.И., Павленко Ю. Н. Анализ молочной продуктивности коров украинский бурой молочной породы разных генотипов по каппа-казеину.....	74
Швачка Р. П., Повод Н.Г. Возрастная динамика воспроизводимых качеств свиноматок в зависимости от продолжительности подсосного периода	82
Оглобля В.В., Повод М.Г. Интенсивность роста ремонтного молодняка свиней ирландского происхождения в зависимости от сочетания исходных пород.....	98

ЭКОЛОГИЯ

Скиба В.В., Присяжнюк Н.М., Волкова А.Н., Беляев В. В., Пришляк С. П. Многолетняя динамика формирования радионуклидного загрязнения промышленной ихтиофауны Каневского водохранилища	108
Веред П.И., Битюцкий В.С., Харчишин В.М., Злочевский М.В. Токсичность, биотрансформация и биоаккумуляция наночастиц серебра в лабораторных условиях и водных экосистемах.....	116

БИОТЕХНОЛОГИИ И БИОИНЖЕНЕРИЯ

Бордунова О.Г., Астраханцева Е. Г., Петренко А. А., Долбаносова Р. В. Оценка влияния препарата «Искусственная кутикула» на развитие куриных эмбрионов.....	130
Безпалый И.Ф., Постоевко В.О., Мерзлов С.В., Постоевко Д.М. Разработка биотехнологического метода временной изоляции наполненных медовых комбинаций для повышения производительности сбора меда и качества пчелиного меда.....	137

ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Антоненко А.В., Босак Ю.Н., Голобурда М.В., Дмитрук К.Н., Казакевич С.С., Карпенко А.И. Технология печенья функционального назначения с фруктозой и пищевыми волокнами.....	143
Роль Н. В., Надточий В.М., Цебро А.Д., Вовкогон А.Г., Мерзлова Г.В., Калинина Г.П., Гребельник О.П. Конопляное сырье: новые перспективы для пищевой промышленности....	152

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА

Олешко А.А., Битюцкий В.С., Мельниченко А.Н., Гейко Л.Н. Использование различных форм селена в аквакультуре.....	159
--	-----

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

UDC 636.2:612-017

Heat stress in dairy cowsAamir Iqbal ¹, Abdul Qudoos ¹, Ismail Bayram ¹, Tytariova O. ²,Bomko V. ², Kuzmenko O. ², Cherniavskiy O. ²¹ *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* Aamir Iqbal. E-mail: aamir_vet@yahoo.com

Aamir Iqbal, Abdul Qudoos, Ismail Bayram, Tytariova O., Bomko V., Kuzmenko O., Cherniavskiy O. Heat stress in dairy cows. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytva i pererobky produkciï tvarynnytva», 2021. № 1. PP. 7–13.

Рукопис отримано: 07.04.2021 р.

Прийнято: 21.04.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-7-13

This review includes an analysis of the literature on various influencing factors influencing heat stress in lactating dairy cows and the way it affects milk production. Signs and symptoms of heat stress in cows are reduced feed consumption and decreased milk yield, elevated breathing rate, increased body temperature and reduced reproductive overall performance. There are other problems for example, a seasonal growth in bulk tank somatic cell counts. The birth weight is decreased in cows which have been exposed to heat stress throughout the dry length. It is established that the most critical is the heat accumulated via direct radiation from the solar. It was found out that high feed consumption results in raised metabolic heat increment. High metabolic warmness increment requires powerful thermoregulatory mechanisms to maintain body temperature in a thermoneutral area and in physiological homeostasis. It is confirmed that heat stress is complicated because the responses to heat stress have an effect on not best the energy stability, but also water, sodium, potassium and chlorine metabolism. Plasma progesterone degrees may be elevated or reduced depending on whether or not the heat pressure is acute or chronic. Water, sodium, potassium and chlorine are vital constituents of sweat, and sweating is a chief, if not the most important, thermoregulatory mechanism used to burn up extra body heat. Strategies to reduce heat stress must be evolved to enable cows to express their full genetic ability.

Key words: dairy cows, heat stress, thermoregulatory mechanism, water, feed consumption, mineral elements.

Introduction

Heat stress has numerous critical and economically deleterious effects on livestock. The maximum important outcomes of heat stress in dairy cows are decreased feed intake, lessen milk production (Fig. 1) and butterfat percentage, and decreased reproductive overall performance [45]. Hence, cows require extra energy to expend the warmth and altered body temperature. It is vital to apprehend and manipulate heat stress by decreasing the shed temperature by artificial means and dietary heat controlled plan [24].

Thermal environment is a main factor that may negatively have an effect on milk production

of dairy cows particularly in animals of excessive genetic benefit [8]. The system of metabolizing nutrients generates warmth, which contributes to preserving body temperature in a cold surroundings [35].

The warmness and humidity of an ordinary summer combine to make a very uncomfortable environment for lactating dairy cows [28]. During warm summer time climate, milk production can also decrease as much as 50 percent, and reproductive proficiency of lactating dairy cows is significantly diminished. Some records imply that 10 to 20 percentage of inseminations in “heat stressed” cows bring about pregnancies [17].

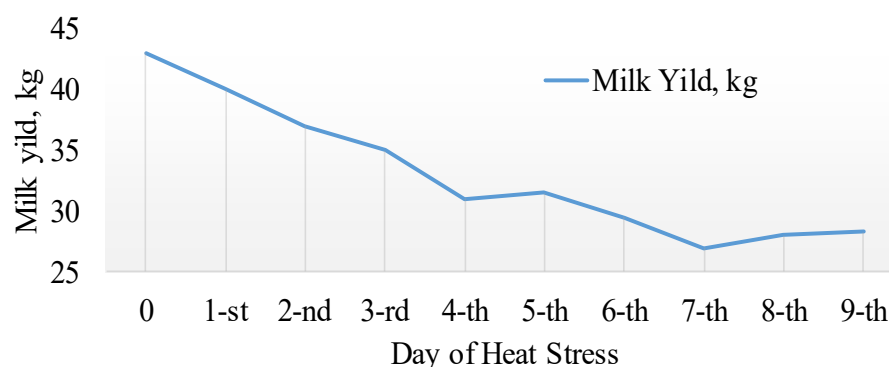


Fig. 1. Effects of heat stress on milk yield in lactating Holstein cows [50].

The purpose of this review is to accumulate knowledge about the causes of heat stress in cows, its course and symptoms, consequences and ways to overcome them to further develop a strategy to reduce heat stress in cows to create the most comfortable conditions and the manifestation of genetic productivity potential.

Primary Causes of Heat Stress

There are numerous assets of heat that have an effect on cows and make a contribution to heat stress. The first and in all likelihood most critical is the heat accumulated via direct radiation from the solar. In addition, dark coat animals collect greater radiation warmth than light or white coat livestock [34]. The heat of digestion is an essential source of warmth accumulation in cows. The warmth of digestion of forages is better than that for grains [7]. Animals on a better forage ration are extra inclined to warmth stress than animals on higher grain rations. If given the possibility, cows will try to eat greater grain than forage, by way of sorting greater vigorously or eating less unfastened choice hay. Conduction is also answerable for amassed heat in farm animals [9]. This happens when cattle are crowded collectively. For example, whilst cows try to get into the restricted coloration of a tree, and heat is “trapped” and exceeded by direct touch from animal to animal [14]. During warm days, especially if followed through hot nights, cows collect warmth and cannot safely deplete this frame warmth [36]. This can reason intense warmth strain and manufacturing losses. In extremes deaths from warmth exhaustion have befallen at some point of very warm humid periods [18].

Signs of heat stress in cows

The confirmation of heat stress in cattle is regularly very subtle. Here are a number of the more not unusual signs and symptoms of heat stress in cows. For example reduced feed consumption and

decreased milk yield (>10 %) and butterfat stage (0.2–0.3 %), elevated breathing rate (>80 breaths / minute), increased body temperature (>39.2 °C) and reduced reproductive overall performance [40]. The key is to monitor the temperature-humidity index (Fig. 2) [47, 49].

Dry matter consumption is decreased through 10–15 % during heat stress. Early lactation and higher yielding cows are affected extra fast and significantly as compared to later lactation cows [29]. As dry matter consumption drops, so does milk production. Milk production drops in addition if water is restraining [42]. Cows divert water from milk manufacturing to facilitate cooling [46].

In a US trial the percentage of inseminated cows that have been showed pregnant dropped from 30 % to 10–15 % in summer days evaluated over three consecutive years [43]. Early embryonic deaths account for large losses in warmth pressured cows [17].

Recent studies shows that heat stressed cows have reduced rate of passage, decreased rumen pH, higher rumen ammonia and exchange in unstable fatty acids [46]. Butterfat declines by as much as 0.3 % gadgets at some stage in summer [6].

A statistically significant effect of THI (temperature–humidity index) on RT (rumination time) was identified, with RT decreasing as THI increased [48].

There are other problems related to overheat during the summer time, for example, a seasonal growth in bulk tank somatic cell counts. Dry cows also are stricken by heat stress [19]. Close-up dry cows are generally stored interior in pens simply prior to calving. Feed intake is decreased, more so because these cows are on excessive forage rations [32]. There is likewise some proof that birth weight is decreased in cows which have been exposed to heat stress throughout the dry length [16].

Tem- perature, °C	Humidity, %																						
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
22.0	64	65	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	72		
23.0	65	65	66	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	71	72	72	73	73		
24.0	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75		
25.0	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	76	76	76	77		
26.0	67	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	78	79		
27.0	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	78	80	80	80	81		
28.0	69	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82		
29.0	70	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	83	84		
30.0	71	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	85		
31.0	72	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	85	86	87	88		
32.0	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90		
33.0	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	86	86	87	88	89	90	91		
34.0	74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	85	85	86	87	88	89	90	91	92	93		
35.0	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95		
36.0	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97		
37.0	76	78	79	80	81	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	98	99		
38.0	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	98	99	100		
39.0	78	79	80	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	98	100	101	102		
40.0	79	81	81	83	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	101	103	104		
41.0	80	81	82	84	85	87	88	89	90	91	93	94	95	97	97	99	101	102	103	104	106		
42.0	81	82	83	85	86	88	89	90	92	93	94	95	97	98	100	101	103	104	105	107	108		
43.0	81	82	84	85	87	89	90	91	92	93	95	96	98	99	101	102	102	105	106	108	109		
44.0	82	83	85	86	88	90	91	92	94	95	96	98	99	101	102	104	105	107	108	110	111		
45.0	83	84	85	87	89	91	92	93	95	96	98	99	101	102	104	105	107	108	110	111	113		
46.0	84	85	87	88	90	92	93	95	96	98	99	101	102	104	106	107	109	110	112	113	115		
47.0	84	85	87	89	90	93	94	95	97	98	100	102	103	105	106	108	110	111	113	114	116		
48.0	85	87	88	90	92	94	95	97	98	100	102	103	105	106	108	110	111	113	115	116	118		
49.0	86	88	89	91	93	95	96	98	100	101	103	105	106	108	110	111	113	115	117	118	120		
	StressThreshold					Midl Stress							Moderate-Severe Stress							Severe Stress			
	Dead cows					No Stress																	

Fig. 2. Temperature-humidity index (THI) of dairy cow.

Critical steps in controlling heat accumulation in cows

The most critical degree is to lessen warmth load or increment in cows. This means dealing effectively with the three principal assets of warmth accumulation in cows [11].

Genomic selection has good impact on controlling heat stress [23]. Keep cows out of the sun from eight to nine am to as a minimum four to five within the afternoon! This is a vital step for controlling heat stress in particular dark coloured cows. Keep cows in the barn [2] and make sure the cows have fresh feed and water. Remember that high humidity exaggerates the impact of high temperature [1].

Reformulate the ration to encompass much less, better best forage but do not compromise the minimal ranges for acid detergent fiber (17 %) and forage neutral detergent fiber (22 %). Feed more high excellent, relatively digestible forage in summer time. Include fat inside the ration to

assist more consumption when feed consumption declines [39].

It is even extra crucial no longer to crowd cows during hot weather. This can occur whilst inadequate bunk area is supplied or cows are crowded inside the vicinity [37]. These are vital measures to help lessen heat accumulation in cows. However, despite our excellent efforts and intentions, cows do still go through some distress from heat stress in the course of the new summer time months [15].

Water requirements parallel the growth in ambient temperature. As the temperature rises from 30 to 35 °C, water intake might also boom from 80 to 12 l. If cows go out of the doors lot, it's far very critical that the water be near shade and the feed bunk [25].

Higher producing cows are extra liable to suffer from heat stress because they generate extra heat because of their higher feed intake and hence, will require more consuming water [31].

The water have to be clean, clean, and free of contaminants. Try to hold cows that are on outdoor lots or pasture far from ponds [22]. Ponds pose a chance to farm animal's health: They frequently have poor high-quality water, and that they can also increase the prevalence of mastitis and higher somatic cellular counts on your herd [10].

Sprinkling the cows lightly, without also presenting ok air flow, can get worse the state of affairs via developing a warm and humid environment with a view to not permit heat to use up [12]. Increasing airflow by way of the addition of fans is a partial approach to this hassle [20].

Permanent sun shades can now and again be a trouble as they are able to concentrate moisture and manure and can growth the occurrence of mastitis. Portable shade structures can be constructed with both timber or welded pipes. Shade material that gives at least 80% cooler is to be had [27].

Heat is produced due to microbial fermentation inside the reticulo-rumen. Low pleasant, stems containing forages generate greater heat of fermentation within the animal, contributing to the animal's total heat load [21].

Heat is used to maintain body temperature when ambient temperatures are low (under 4.5 °C). But while ambient temperatures are high the cow wishes to maintain its body temperature within organic limits well matched with lifestyles [4].

Increase water availability to cows. Normal water supply guidelines are inadequate inside the summer time. Water intake will increase by way of as much as 50% as the Temperature Humidity Index is 80. Place extra water points close to where the cows spend maximum of the time. Make positive the water is easy, cool and sparkling. Clean troughs more often in the summer time [26].

Change the feeding habitual of the cow. The maximum vital modifications are blend and feed extra often and feed a more share of feed at night time, 60 to 70% of feed. Watch for feed heating within the bunk – clean bunks out greater regularly [41].

Increase the airflow / ventilation. Open up the sides of the barn to maximize the natural air flow. Install lovers in the barn. The most essential areas to increase ventilation are the holding region, along the inner of the feed bunk and over the stalls [38].

Add fats to the ration, boom potassium to 1.5–1.7 %, increase sodium to 0.45–0.5 %, boom magnesium to 0.3–0.4 %. This requires a cautious selection of mineral sources to make certain that chloride tiers are stored low [3]. Feed a total mixed ration. Add water to the total mixed ration, first off to increase water consumption and secondly to assist save you sorting by means of the cows [13].

Add fat to the ration to maintain adequate dry mater intake – Cows will consume less feed for the duration of heat stress [30]. Decreased dry matter intake will bring about bad milk yield and duplicate. To keep dry matter consumption all through the summer season months, increase the percentage of fats in the ration [5]. However, fat must not exceed 7% of the full ration on a dry matter basis. Avoid using excessive quantities of vegetable oils [33].

Sprinkling cows with water is an extraordinary manner to increase evaporation. However, its miles important that fans should be in the vicinity [44].

Acidosis risks

The probability of acidosis increases during the period of heat stress. The development of rumen acidosis can be promoted by:

- decrease of dry matter intake and increase of sorting;
- decrease of rumination;
- decrease in the amount of saliva entering the rumen (a source of buffer);
- increase of CO₂ emissions.

Fibrolitic bacteria are most sensitive to lower pH in the rumen. When the pH value is below 6, the digestibility of the fibers by these bacteria is significantly reduced

Reducing dry matter intake, decreasing rumination, reducing saliva and suppressing the activity of rumen bacteria leads to a decrease of milk production and fat content in milk, diarrhea, reproductive disorder, can lead to death [49].

Conclusions. Heat stress adversely affects the health and productivity of cows. They reduce feed consumption, milk secretion, and its quality deteriorates. At the same time, the reproductive qualities of cows and the quality of newborn calves deteriorate. To prevent losses, it is necessary to develop a strategy to protect cows from excessive heat and manage heat stress.

REFERENCES

1. Allen, J.D., Hall, L.W., Collier, R.J., Smith, J.F. (2015). Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. *Journal of Dairy Science*. Vol. 98, Issue 1, pp.118–127. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7704>
2. Armstrong, D.V. (1994). Heat Stress Interaction with Shade and Cooling. *Journal of Dairy Science*. Vol. 77, pp. 2044–2050. Available at: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77149-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6)
3. Baumgard, L.H., Rhoads, R.P. (2009). The effects of heat stress on nutritional and management decisions. *Western Dairy Management Conference*. pp. 191–202.
4. Baumgard, L.H., Wheelock, J.B., Shwartz, G., O'Brien, M., VanBaale, M.J., Collier, R.J., Rhoads, R.P.

- (2006). Effects of Heat Stress on Nutritional Requirements of Lactating Dairy Cattle. 5th Annual Arizona Dairy Production Conference. Tempe, AZ–10. 10 p.
5. Belhadj Slimen, I., Najar, T., Ghram, A., Abdrrabba, M. (2016). Heat stress effects on livestock: Molecular, cellular and metabolic aspects, a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Vol. 100, Issue 3, pp. 401–412. Available at: <https://doi.org/10.1111/jpn.12379>
6. Bernabucci, U., Biffani, S., Buggiotti, L., Vitali, A., Lacetera, N., Nardone, A. (2014). The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol 97, Issue 1, pp. 471–486. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6611>
7. Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L.H., Rhoads, R.P., Ronchi, B., Nardone, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*. Vol. 4, Issue 7, pp. 1167–1183. Available at: <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>
8. Bernabucci, U., Ronchi, B., Lacetera, N., Nardone, A. (2002). Markers of oxidative status in plasma and erythrocytes of transition dairy cows during hot season. *Journal of Dairy Science*. Vol. 85, Issue 9, pp. 2173–2179. Available at: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74296-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74296-3)
9. Chebel, R.C., Santos, J.E.P., Reynolds, J.P., Cerri, R.L.A., Juchem, S.O., Overton, M. (2004). Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*. Vol. 84, Issue 3–4, pp. 239–255. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.12.012>
10. Chedid, M., Jaber, L.S., Giger-Reverdin, S., Duvaux-Ponter, C., Hamadeh, S.K. (2014). Review: Water stress in sheep raised under arid conditions. *Canadian Journal of Animal Science*. Vol. 94, pp. 243–257. Available at: <https://doi.org/10.4141/CJAS2013-188>
11. Collier, R.J., Dahl, G.E., Vanbaale, M.J. (2006). Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 89, Issue 4, pp. 1244–1253. Available at: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72193-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2)
12. Collier, R.J., Zimbelman, R.B. (2007). Heat stress effects on cattle: What we know and what we don't know. 22nd Annual Southwest Nutrition & Management Conference. Tempe, AZ–76. 12 p.
13. Dahl, G.E., Petitclerc, D. (2003). Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health. *Journal of Animal Science*. Vol. 81, Issue 15, Sup. 3, pp. 11–17. Available at: https://doi.org/10.2527/2003.81suppl_311x
14. Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J., Kumar, I., Kumar, R. (2016). Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary World*. Vol. 9 (3), pp. 260–268. Available at: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.260-268>
15. Dash, S., Chakravarty, A.K., Singh, A., Upadhyay, A., Singh, M., Yousuf, S. (2016). Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. *Veterinary World*. Vol. 9(3), pp. 235–244. Available at: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.235-244>
16. De Rensis, F., Garcia-Ispuerto, I., López-Gatius, F. (2015). Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. *Theriogenology*. Vol. 84, Issue 5, pp. 659–666. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.04.021>
17. De Rensis, F., Scaramuzzi, R.J. (2003). Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow - A review. *Theriogenology*. Vol. 60, Issue 6, pp. 1139–1151. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(03\)00126-2](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(03)00126-2)
18. Dias-Ferreira, E., Sousa, J.C., Melo, I., Morgado, P., Mesquita, A.R., Cerqueira, J.J., Costa, R.M., Sousa, N. (2009). Chronic Stress Causes. *Science*. Vol. 325, Issue 5940, pp. 621–625. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1171203>
19. Dikmen, S., Hansen, P.J. (2009). Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *Journal of Dairy Science*. Vol. 92, Issue 1, pp. 109–116. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1370>
20. Dunshea, F.R., Leury, B.J., Fahri, F., Digiaco, K., Hung, A., Chauhan, S., Clarke, I.J., Collier, R., Little, S., Baumgard, L., Gaughan, J.B. (2013). Amelioration of thermal stress impacts in dairy cows. *Animal Production Science*. Vol. 53 (9), pp. 965–975. Available at: <https://doi.org/10.1071/AN12384>
21. Fabris, T.F., Laporta, J., Corra, F.N., Torres, Y.M., Kirk, D.J., McLean, D.J., Chapman, J.D., Dahl, G.E. (2017). Effect of nutritional immunomodulation and heat stress during the dry period on subsequent performance of cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 100, Issue 8, pp. 6733–6742. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12313>
22. Flamenbaum, I., Galon, N. (2010). Management of heat stress to improve fertility in dairy cows in Israel. *Journal of Reproduction and Development*. Vol. 56, pp. 36–41. Available at: <https://doi.org/10.1262/jrd.1056S36>
23. Garner, J. B., Douglas, M.L., Williams, S.R.O., Wales, W.J., Marett, L.C., Nguyen, T.T.T., Reich, C.M., Hayes, B.J. (2016). Genomic selection improves heat tolerance in dairy cattle. *Scientific Reports*. Sci Rep 6. 34114 p. Available at: <https://doi.org/10.1038/srep34114>
24. Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N., Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livestock Production Science*. Vol. 77, Issue 1, pp. 59–91. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00330-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X)
25. Kloppers, J.C., Kröger, D.G. (2005). Cooling tower performance evaluation: Merkel, Poppe, and e-NTU methods of analysis. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*. Vol. 127 (1), pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.1115/1.1787504>
26. Louie, A.P., Rowe, J.D., Love, W.J., Lehenbauer, T.W., Aly, S.S. (2018). Effect of the environment on the risk of respiratory disease in preweaning dairy calves during summer months. *Journal of Dairy Science*. Vol. 101, Issue 11, pp. 10230–10247. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13716>
27. Negrón-Pérez, V.M., Fausnacht, D.W., Rhoads, M.L. (2019). Invited review: Management strategies capable of improving the reproductive performance of heat-stressed dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 102, Issue 12, pp. 10695–10710. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16718>
28. Nguyen, T.T.T., Bowman, P.J., Haile-Mariam, M., Pryce, J.E., Hayes, B.J. (2016). Genomic selection for tolerance to heat stress in Australian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 99, Issue 4, pp. 2849–2862. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9685>

29. Polsky, L., von Keyserlingk, M.A. G. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*. Vol. 100, Issue 11, pp. 8645–8657. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>
30. Pragna, P., Archana, P.R., Aleena, J., Sejian, V., Krishnan, G., Bagath, M., Manimaran, A., Beena, V., Kurien, E.K., Varma, G., Bhatta, R. (2017). Heat stress and dairy cow: Impact on both milk yield and composition. *International Journal of Dairy Science*. Vol. 12, Issue 1, pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.3923/ijds.2017.1.11>
31. Rashamol, V.P., Sejian, V., Bagath, M., Krishnan, G., Archana, P. R., Bhatta, R. (2018). Physiological adaptability of livestock to heat stress: an updated review. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. Vol. 6, Issue 3, pp. 62–71. Available at: <https://doi.org/10.26667/2318-1265jabb.v6n3p62-71>
32. Rhoads, M.L., Rhoads, R.P., VanBaale, M.J., Collier, R.J., Sanders, S.R., Weber, W.J., Crooker, B.A., Baumgard, L.H. (2009). Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *Journal of Dairy Science*. Vol. 92, Issue 5, pp. 1986–1997. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1641>
33. Salama, A.A.K., Caja, G., Hamzaoui, S., Badaoui, B., Castro-Costa, A., Façanha, D.A.E., Guilhermino, M.M., Bozzi, R. (2014). Different levels of response to heat stress in dairy goats. *Small Ruminant Research*. Vol. 121, Issue 1, pp. 73–79. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.11.021>
34. Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J.B., Dunshea, F. R., Lacetera, N. (2018). Review: Adaptation of animals to heat stress. *Animal*. Vol. 12(S2), pp. 431–444. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731118001945>
35. Sherwood, S.C., Huber, M. (2010). An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 107, (21), pp. 9552–9555. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.0913352107>
36. Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*. Vol. 67, Issue 1–2, pp. 1–18. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00162-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00162-7)
37. Silanikove, N., Koluman, D.N. (2015). Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. *Small Ruminant Research*. Vol. 123, Issue 1, pp. 27–34. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.11.005>
38. Smith, T.R., Chapa, A., Willard, S., Herndon, C., Williams, R.J., Crouch, J., Pogue, D. (2006). Evaporative tunnel cooling of dairy cows in the southeast. II: Impact on lactation performance. *Journal of Dairy Science*. Vol. 89, Issue 10, pp. 3915–3923. Available at: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72434-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72434-1)
39. Sordillo L.M. (2016). Nutritional strategies to optimize dairy cattle immunity. *Journal of Dairy Science*. Vol. 99, Issue 6, pp. 4967–4982. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10354>
40. St-Pierre, N.R., Cobanov, B., Schnitkey, G. (2003). Economic losses from heat stress by US livestock industries I. *Journal of Dairy Science*. Vol. 86, Sup. pp. 52–77. Available at: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5)
41. Staples, C.R., Thatcher, W.W. (2011). Stress in Dairy Animals: Heat Stress: Effects on Milk Production and Composition. In *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*. pp. 561–566. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00467-2>
42. Tao, S., Bubolz, J. W., do Amaral, B.C., Thompson, I.M., Hayen, M.J., Johnson, S.E., Dahl, G.E. (2011). Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. *Journal of Dairy Science*. Vol. 94, Issue 12, pp. 5976–5986. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4329>
43. Tao, S., Dahl, G.E. (2013). Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *Journal of Dairy Science*. Vol. 96, Issue 7, pp. 4079–4093. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6278>
44. Tao, S., Orellana, R. M., Weng, X., Marins, T.N., Dahl, G.E., Bernard, J.K. (2018). Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function 1. *Journal of Dairy Science*. Vol. 101, Issue 6, pp. 5642–5654. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13727>
45. West, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 86, Issue 6, pp. 2131–2144. Available at: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X)
46. Wheelock, J.B., Rhoads, R.P., VanBaale, M.J., Sanders, S.R., Baumgard, L.H. (2010). Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 93, Issue 2, pp. 644–655. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2295>
47. Wilson, S.J., Marion, R.S., Spain, J.N., Spiers, D.E., Keisler, D.H., Lucy, M.C. (1998). Effects of Controlled Heat Stress on Ovarian Function of Dairy Cattle. 1. Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 81, Issue 8. Available at: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75788-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75788-1)
48. Moretti, R., Biffani, S., Chessa, S., Bozzi, R. (2017). Heat stress effects on Holstein dairy cows' rumination. *Animal*. Vol. 11(12), pp. 2320–2325. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731117001173>
49. Lallemand Animal Nutrition. (2007). Heat Stress In Dairy Cows: Implications And Nutritional Management. The Cattle Site. Available at: <https://www.thecattlesite.com/articles/1053/heat-stress-in-dairy-cows-implications-and-nutritional-management/>
50. Rhoads, M.L., Rhoads, R.P., VanBaale, M.J., Collier, R.J., Sanders, S.R., Weber, W.J., Crooker, B.A., Baumgard, L.H. (2009). Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *Journal of Dairy Science*. Vol. 92 (5), pp. 1986–1997. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1641>

Тепловий стрес у дійних корів

Амір Ікбал, Абдул Кудуос, Ізмаїл Байрам, Титарьова О.М., Бомко В.С., Кузьменко О.А., Чернявський О.О.

В огляді міститься аналіз літературних джерел щодо чинників, які зумовлюють тепловий стрес у дійних корів у період лактації та наслідки їх впливу на виробництво молока. Ознаками та симптомами теплового стресу у корів є зменшення споживання корму та зниження надойів молока, підвищення частоти дихання та температури тіла, а також погіршення репродуктивної функції. Є також інші проблеми, наприклад, сезонне зростання кількості

кості соматичних клітин у загальному молоці, зібраному з корів. Вага під час народження зменшується у корів, які зазнали впливу теплового стресу впродовж сухостійного періоду. Встановлено, що найбільш критичним є тепло, накопичене від дії прямого сонячного випромінювання. З'ясовано, що високе споживання корму призводить до збільшення накопичення метаболічного тепла. Це, зі свого боку, вимагає потужних механізмів терморегуляції для підтримання температури тіла в термонеutralній зоні та фізіологічному гомеостазі. Доведено, що тепловий стрес ускладнений тим, що негативно впливає на енергетичну стабільність, а також на обмін води, Натрію, Калію та Хлору. Ступінь плазмового прогестерону може бути підвищеним або зниженим залежно від того, є тепловий стрес гострим чи хронічним. Вода, Натрій, Калій та Хлор є життєво важливими складниками поту, а потовиділення є основним, якщо не найважливішим, механізмом терморегуляції, який використовується для видалення зайвого тепла з тіла. Отже, необхідно розробити стратегії зменшення теплового стресу, щоб дати коровам змогу проявити на повну силу свій генетичний потенціал продуктивності.

Ключові слова: дійні корови, тепловий стрес, механізм терморегуляції, вода, споживання корму, мінеральні елементи.

Тепловой стресс у дойных коров

Амир Икбал, Абдул Кудуос, Измаил Байрам, Титарёва Е.М., Бомко В.С., Кузьменко О.А., Чернявский А.А.

Обзор включает анализ литературных источников относительно факторов, обуславливающих тепловой стресс у дойных коров в период лактации и последствия

их воздействия на производство молока. Признаками и симптомами теплового стресса у коров являются уменьшение потребления корма и снижение надоев молока, повышение частоты дыхания и температуры тела, а также ухудшение репродуктивной функции. Есть и другие проблемы, например, сезонный рост количества соматических клеток в общем молоке, собранном от коров. Вес при рождении уменьшается у коров, подвергшихся воздействию теплового стресса в течение сухостойного периода. Установлено, что наиболее критичным является тепло, накопленное от действия прямых солнечных лучей. Изучено, что высокое потребление корма приводит к увеличению накопления метаболического тепла. Это, в свою очередь, требует мощных механизмов терморегуляции для поддержания температуры тела в термонеutralной зоне и физиологическом гомеостазе. Подтверждено, что тепловой стресс осложнен тем, что негативно влияет на энергетическую стабильность, а также на обмен воды, Натрия, Калия и Хлора. Степень плазменного прогестерона может быть повышенной или пониженной в зависимости от того, является тепловой стресс острым или хроническим. Вода, Натрий, Калий и Хлор являются жизненно важными составляющими пота, а потоотделение является основным, если не важнейшим, механизмом терморегуляции, который используется для удаления лишнего тепла из тела. Поэтому необходимо разработать стратегии уменьшения теплового стресса, чтобы дать коровам возможность проявить в полную силу свой генетический потенциал продуктивности.

Ключевые слова: дойные коровы, тепловой стресс, механизм терморегуляции, вода, потребление корма, минеральные элементы.



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.



УДК 636.2.082.2.03.061

Характеристика господарсько корисних ознак корів залежно від типу конституції

Динько Ю.П.¹, Ставецька Р.В.², Бабенко О.І.²,

Старостенко І.С.², Клопенко Н.І.²

¹ Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

² Білоцерківський національний аграрний університет



Динько Ю.П., Ставецька Р.В., Бабенко О.І., Старостенко І.С., Клопенко Н.І. Характеристика господарсько корисних ознак корів залежно від типу конституції. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 14–24.

Dyn'ko Ju.P., Stavec'ka R.V., Babenko O.I., Starostenko I.S., Klopenko N.I. Charakterystyka gospodars'ko korysnyh oznak koriv zalezno vid typu konstytucii. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva», 2021. № 1. PP. 14–24.

Рукопис отримано: 23.02.2021 р.

Прийнято: 09.03.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-14-24

Проведено порівняльне оцінювання корів української чорно-рябої молочної породи рихлого–щільного та ніжного–грубого типів конституції. Досліджено динаміку їх живої маси впродовж періоду вирощування, екстер'єр, молочну продуктивність і відтворну здатність.

Телиці щільного типу конституції порівняно з рихлим типом характеризувались вищою живою масою (на 5,4–47,9 кг) у віці 3; 6; 9; 12; 15 і 18 місяців та за першого осіменіння. Телиці ніжного типу конституції переважали за живою масою ровесниць грубого типу у всі вікові періоди (на 2,0–24,4 кг). Середньодобовий приріст телиць щільного типу в середньому становив 665 г (+93 г порівняно з рихлим типом, $P < 0,01$), телиць ніжного типу – 624 г (+24 г порівняно з грубим типом).

Більш крупними були первістки рихлого типу конституції порівняно із ровесницями щільного типу. Їх перевага за промірами тулуба була достовірною ($P < 0,05–0,001$). Різниця за промірами тіла первісток ніжного і грубого типів конституції була менш вираженою. Корови ніжного типу були вищими ($P < 0,001$), із глибшими грудьми ($P < 0,05$) і більшою навіскісною довжиною тулуба. Корови грубого типу конституції характеризувались ширшими грудьми за останнім ребром ($P < 0,05$) і більшим обхватом п'ястка ($P < 0,01$).

Вища молочна продуктивність характерна для корів щільного і ніжного типів конституції. За надосм за 305 дів перевага первісток щільного типу порівняно із рихлим типом становила 117 кг, кількістю молочного жиру – 6,2 кг, молочного білка – 4,2 кг, масовою часткою жиру і білка в молоці – 0,02 і 0,01 % відповідно. Між типами конституції ніжний–грубий різниця за надосм була 340 кг, кількістю молочного жиру і білка – 12,1 і 10,5 кг відповідно, за масовою часткою жиру та білка в молоці різниці не було.

Кращі показники відтворної здатності спостерігали у корів рихлого типу (тривалість сервіс-періоду – 157 дів, вихід телят на 100 корів – 85,5 голів) та грубого типу конституції (145 дів і 85,9 голів, відповідно), тобто у корів тих типів, які характеризувались нижчою молочною продуктивністю.

Врахування характерних особливостей корів різних типів конституції дає змогу оптимізувати селекційний процес у конкретному стаді та скеровувати відбір і підбір у необхідному напрямі.

Ключові слова: корови, українська чорно-ряба молочна порода, тип конституції, жива маса, проміри тіла, молочна продуктивність, відтворна здатність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Нині селекція молочної худоби не обмежується лише ознаками власне молочної продуктивності. До селекційного процесу належать відтворна здатність [1, 2], екстер'єрний тип [3, 4, 5], стійкість тварин до захворювань [6, 7], довговічність [8, 9, 10] та ін. Метою робо-

ти є отримання здорових, високопродуктивних корів із доброю відтворною здатністю, які тривалий час використовуються у стаді, що сприяє зниженню собівартості виробництва молока.

Тип конституції та екстер'єр тварин є функціональними ознаками та належать до селекційних індексів у багатьох країнах світу.

Їх частка в індексах коливається від 17 до 40 % [11, 12, 13]. Якщо екстер'єрному типу молочних корів селекціонери приділяють значну увагу, то конституцію молочної худоби останнім часом вивчають недостатньо. Оскільки тварини бажаного типу конституції характеризуються міцним здоров'ям, тип конституції побічно впливає на молочну продуктивність і відтворну здатність корів, вони довше використовуються у стаді та мають вищу довічну продуктивність [14, 15], тому диференціація корів за типами конституції та виявлення бажаних типів сприятиме більш об'єктивному та інформативному оцінюванню молочної худоби [16, 17, 18].

У літературних джерелах описано низку методів диференціації тварин за типами конституції. Одним із найбільш популярних є метод, в основі якого співвідношення тканин і органів. Із застосуванням цього методу Е. А. Богданов [19] розподіляв корів за будовою тіла на типи першої, другої і третьої черги. Ці типи визначали належність великої рогатої худоби до молочного, молочно-м'ясного або м'ясного напрямів продуктивності. П. Н. Кулешов [20] вивчав співвідношення шкіри, підшкірної жирової тканини, а також кісткової, сполучної і м'язової тканин та органів у овець вівчового, молочного і м'ясного напрямів продуктивності. Він виділив чотири типи конституції – щільний, рихлий, грубий і ніжний. М. Ф. Иванов [21] додав міцний тип конституції, який є найбільш бажаним для сільськогосподарських тварин. Однак на практиці більшість тварин мають проміжний або змішаний тип конституції, тому виділяють ніжний щільний, ніжний рихлий, грубий щільний і грубий рихлий типи конституції.

За співвідношенням тканин і органів тип конституції тварин визначається візуально, що є досить суб'єктивним методом і залежить від кваліфікації бонітера. Н. Н. Колесник [22] доповнив візуальне оцінювання типів конституції обчисленням індексів тіла. З індексом масивності тварин розподіляють на рихлий і щільний типи, костистості – грубий і ніжний, за індексами широкогрудості і широкозадості – на вузькотілий і широкотілий типи конституції.

Порівняльне оцінювання корів різних типів конституції за господарсько корисними ознаками дає змогу виявити бажаний тип. У літературних джерелах зустрічаються різні твердження щодо переваги тварин певного типу конституції за господарсько корисними ознаками. Деякі дослідники наполягають на перевазі корів щільного типу конституції [23, 24], інші – на перевазі рихлого типу [25]. По-

рівняння господарсько корисних ознак корів ніжного і грубого типів за останні роки не зустрічаються.

Про перевагу корів щільного типу конституції порівняно з рихлим наголошують М. С. Пелехатий із співавт. [23], В. І. Ковальчук [26], Л. М. Піддубна і Д. М. Гунтік [24]. Повідомляється, що високопродуктивні корови характеризуються міцним кістком, високою щільністю тіла, об'ємними грудною та черевною порожнинами тіла [24]. Корови українських чорно-рябої і червоно-рябої молочних порід щільного типу конституції переважали за живою масою, екстер'єром і молочною продуктивністю [23], вони були кращими за розвитком вимені – перевага за обхватом, довжиною і шириною вимені, глибиною задньої частки, довжиною і діаметром передніх дійок була достовірною ($P < 0,001$) [26].

Метою дослідження було вивчення особливостей господарсько корисних ознак корів української чорно-рябої молочної породи залежно від типу конституції.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили на коровах-первістках української чорно-рябої молочної породи у ТОВ «СВК ім. Щорса» Білоцерківського району Київської області. За методикою Н. Н. Колесника [22] проведено диференціацію корів на рихлий і щільний (за індексом масивності) та ніжний і грубий (за індексом костистості) типи конституції.

Індекси будови тіла обчислено через співвідношення відповідних промірів тіла [27]:

$$\text{Масивності} = \frac{\text{обхват грудей}}{\text{висота в холці}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Костистості} = \frac{\text{обхват п'ястка}}{\text{висота в холці}} \times 100 \quad (2)$$

Розподіл первісток на типи конституції здійснено на основі нормованих відхилень – це відхилення величини індексу певної тварини від середнього його значення у конкретному стаді, яке виражається у частках середнього квадратичного відхилення. У середньому індекс масивності для корів рихлого типу конституції становив 140,7 %, щільного – 135,4 %; індекс костистості – 13,2 % для ніжного типу і 14,2 % для корів грубого типу конституції.

Інтенсивність вирощування ремонтних телиць оцінювали за живою масою новонароджених та у віці 3, 6, 9, 12, 15, 18 місяців і за першого осіменіння. Екстер'єр корів різних типів конституції оцінено за промірами тіла: висота в холці, обхват, ширина і глибина грудей за лопатками, ширина і глибина грудей

за останнім ребром, довжина грудного відділу, ширина заду в клубках і сідничних горбах, навскісна довжина тулуба, обхват п'ястка [27]. Молочну продуктивність первісток оцінено за кількістю дійних діб, надоем за 305 діб і за всю лактацію, масовою часткою жиру і білка в молоці, кількістю молочного жиру і молочного білка та надоем у розрахунку на одну добу лактації. Відтворну здатність було вивчено за віком і живою масою за першого осіменіння та отелення, тривалістю сервіс- і міжотельного періодів, індексом осіменіння, виходом телят на 100 корів, індексом плодючості Й. Дохи [27] та коефіцієнтом відтворної здатності.

$$\text{ИП} = 100 - (K + 2i) \quad (3),$$

де ИП – індекс плодючості;

K – вік корови за першого отелення, місяців;

i – міжотельний період, місяців.

$$\text{KBЗ} = \frac{365}{\text{МОП}} \quad (4),$$

де KBЗ – коефіцієнт відтворної здатності;

365 – діб у році;

МОП – міжотельний період, діб.

Цифровий матеріал опрацьовано методами варіаційної статистики з використанням програмного пакета Microsoft Excel. Результати досліджень вважали статистично достовірними за $P \leq 0,05$ (*), $P \leq 0,01$ (**), $P \leq 0,001$ (***)

Результати дослідження та їх обговорення. До господарсько корисних ознак молочної худоби належать ріст і розвиток, екстер'єрний тип корів, молочна продуктивність, відтворна здатність, тривалість продуктивного використання тощо. Жива маса ремонтних телиць впродовж періоду вирощування є підґрунтям подальшої продуктивності, здоров'я, тривалості життя корів.

Аналіз результатів дослідження довів відмінності за живою масою телиць української чорно-рябої молочної породи залежно від типу конституції (табл. 1).

За індексом масивності за живою масою впродовж періоду вирощування переважали телиці щільного типу конституції порівняно з рихлим типом, за винятком живої маси новонароджених. Новонароджені телиці рихлого типу мали живу масу вищу на 2,2 кг ($P < 0,01$). У 3, 6, 9, 12, 15 і 18-місячному віці і за першого осіменіння вищу живу масу спостерігали у телиць щільного типу конституції – на 5,4; 10,9; 18,9 ($P < 0,05$); 28,8 ($P < 0,05$); 37,2 ($P < 0,01$); 47,9 ($P < 0,001$) і 42,4 кг ($P < 0,001$) відповідно.

За індексом костистості перевагою за живою масою у всі досліджені вікові періоди характеризувались телиці ніжного типу конституції порівняно із грубим. За народження їх перевага становила 2,0 кг ($P < 0,01$), у віці 3 місяці – 3,2 кг, 6 міс. – 8,0 кг, 9 міс. – 11,8 кг, 12 міс. – 13,7 кг, 15 міс. – 13,9 кг, 18 місяців – 15,2 кг, за першого осіменіння – 24,4 кг ($P < 0,05$).

Отже, вищу живу масу впродовж періоду вирощування спостерігали у телиць щільного і ніжного типів конституції. Телиці цих типів характеризувались вищими середньодобовими приростами від народження до віку 18 місяців. Зокрема, середньодобовий приріст телиць щільного типу у середньому становив 665 г, що на 93 г вище ($P < 0,01$) порівняно з рихлим. Середньодобовий приріст телиць ніжного типу конституції у середньому був 624 г, що на 24 г більше порівняно з грубим типом.

Якщо вищою живою масою впродовж періоду вирощування характеризувались телиці щільного типу конституції, то більші проміри тіла мали первістки рихлого типу (табл. 2).

Таблиця 1 – Жива маса ремонтних телиць різних типів конституції, $\bar{x} \pm S.E.$

Вік, місяців	Тип конституції			
	за індексом масивності		за індексом костистості	
	рихлий (n=57)	щільний (n=44)	ніжний (n=57)	грубий (n=44)
Новонароджені	36,0±0,34**	33,8±0,56	35,9±0,42**	33,9±0,47
3	80,1±1,81	85,5±1,93	83,9±1,85	80,7±1,93
6	137,6±4,24	148,5±4,78	145,9±4,75	137,9±3,98
9	194,4±6,40	213,3±6,29*	207,9±6,79	196,1±5,81
12	250,6±8,30	279,4±7,67*	269,3±8,55	255,6±7,77
15	301,1±9,58	338,3±8,16**	323,6±9,61	309,7±9,03
18	344,9±9,83	392,8±8,65***	372,7±10,58	357,5±8,78
За першого осіменіння	313,0±5,94	355,4±8,44***	342,4±7,58*	318,0±7,09

Примітка: Р порівняно із найнижчим значенням у межах індексу.

Таблиця 2 – Проміри тіла первісток різних типів конституції, $x \pm S.E.$

Проміри, см	Типи конституції			
	за індексом масивності		за індексом костистості	
	рихлий (n=57)	щільний (n=44)	ніжний (n=57)	грубий (n=44)
Висота в холці	137,8 $\pm$ 0,79	136,6 $\pm$ 0,77	139,4 $\pm$ 0,69***	134,5 $\pm$ 0,73
Обхват грудей	193,9 $\pm$ 1,18***	185,0 $\pm$ 1,14	190,6 $\pm$ 1,23	189,3 $\pm$ 1,45
Ширина грудей за лопатками	45,1 $\pm$ 0,42***	41,9 $\pm$ 0,39	43,5 $\pm$ 0,48	43,9 $\pm$ 0,44
Глибина грудей за лопатками	73,4 $\pm$ 0,54*	71,4 $\pm$ 0,47	73,3 $\pm$ 0,56*	71,6 $\pm$ 0,46
Ширина грудей (за останнім ребром)	57,9 $\pm$ 0,68**	54,8 $\pm$ 0,74	55,6 $\pm$ 0,73	57,7 $\pm$ 0,70*
Глибина грудей (за останнім ребром)	76,7 $\pm$ 0,44***	74,1 $\pm$ 0,45	75,9 $\pm$ 0,52	75,2 $\pm$ 0,41
Довжина грудного відділу	104,7 $\pm$ 0,66*	102,6 $\pm$ 0,56	104,1 $\pm$ 0,67	103,3 $\pm$ 0,59
Ширина заду в клубках	53,1 $\pm$ 0,35	52,3 $\pm$ 0,47	53,0 $\pm$ 0,37	52,5 $\pm$ 0,45
Ширина заду в сідничних горбах	31,7 $\pm$ 0,65	30,9 $\pm$ 0,71	31,8 $\pm$ 0,82	30,9 $\pm$ 0,28
Навскісна довжина тулуба	146,5 $\pm$ 0,96	144,0 $\pm$ 0,88	146,0 $\pm$ 1,00	144,7 $\pm$ 0,86
Обхват п'ястка	18,8 $\pm$ 0,13	18,5 $\pm$ 0,15	19,4 $\pm$ 0,07	19,1 $\pm$ 0,19**

Примітка: Р порівняно із найнижчим значенням у межах індексу.

Перевага первісток рихлого типу за високою в холці у середньому становила 1,2 см, обхватом грудей – 8,9 см ($P < 0,001$), шириною і глибиною грудей за лопатками – 3,2 см ($P < 0,001$) і 2,0 см ($P < 0,05$) відповідно, шириною і глибиною грудей за останнім ребром – 3,1 см ($P < 0,01$) і 2,6 см ($P < 0,001$), довжиною грудного відділу – 2,1 см ($P < 0,05$), навскісною довжиною тулуба – 2,5 см, шириною заду в клубках і сідничних горбах – 0,8 см в обох випадках, за обхватом п'ястка – 0,3 см.

Первістки ніжної і грубого типів конституції характеризувались менш вираженими відмінностями за промірами тіла. Корови ніжного типу порівняно з грубим були вищими на 4,9 см ($P < 0,001$), із глибшими грудьми за лопатками – 1,7 см ($P < 0,05$) та довшим тулубом (навскісна довжина тулуба більша на 1,3 см). Для корів грубого типу конституції характерна достовірно більша ширина грудей за останнім ребром на 2,1 см ($P < 0,05$) і обхват п'ястка – на 0,7 см ($P < 0,01$).

Молочна продуктивність корів є важливою ознакою відбору, яка тісно пов'язана з економічною ефективністю виробництва молока [28]. Водночас з іншими чинниками на рівень молочної продуктивності впливає тип конституції, оскільки корови бажаного типу конституції є більш високопродуктивними і стійкими до захворювань [29]. Під час дослідження було виявлено деякі відмінності за ознаками молочної продуктивності первісток залежно від типу конституції (табл. 3).

За індексом масивності вищий надій за 305 діб (+117 кг) і всю лактацію (+697 кг), вихід молочного жиру (+6,2 кг) і молочного білка (+4,2 кг), масову частку жиру і білка в молоці (+0,02 і +0,01 % відповідно) отримано від корів щільного типу конституції порівняно з рихлим. За індексом костистості перевагою за надоем за 305 діб і всю лактацію (+340 і 907 кг відповідно), виходом молочного жиру (+12,1 кг) і молочного білка (+10,5 кг) характеризувались корови ніжного типу конституції порівняно

Таблиця 3 – Молочна продуктивність первісток різних типів конституції, $x \pm S.E.$

Показники		Тип конституції			
		за індексом масивності		за індексом костистості	
		рихлий (n=49)	щільний (n=40)	ніжний (n=48)	грубий (n=41)
Дійних діб		375 $\pm$ 15,3	398 $\pm$ 18,7	404 $\pm$ 16,8	364 $\pm$ 16,3
Надій, кг	за 305 діб	7103 $\pm$ 226,5	7220 $\pm$ 195,7	7304 $\pm$ 212,4	6964 $\pm$ 217,5
	за лактацію	8629 $\pm$ 531,9	9326 $\pm$ 537,6	9360 $\pm$ 517,4	8453 $\pm$ 554,9
Молочний жир за 305 діб	%	3,49 $\pm$ 0,007	3,51 $\pm$ 0,008	3,50 $\pm$ 0,007	3,50 $\pm$ 0,008
	кг	247,5 $\pm$ 5,65	253,7 $\pm$ 4,53	255,8 $\pm$ 5,10	243,7 $\pm$ 5,24
Молочний білок за 305 діб	%	3,10 $\pm$ 0,003	3,11 $\pm$ 0,003	3,11 $\pm$ 0,003	3,11 $\pm$ 0,003
	кг	220,3 $\pm$ 3,91	224,5 $\pm$ 3,02	226,8 $\pm$ 3,50	216,3 $\pm$ 3,65
Надій у розрахунку на одну добу лактації, кг		23,0 $\pm$ 0,82	23,4 $\pm$ 0,50	23,1 $\pm$ 0,72	23,2 $\pm$ 0,70

з грубим. За масовою часткою жиру і білка в молоці відмінностей між коровами зазначених типів встановлено не було.

Тривалість лактації первісток у дослідженому стаді становила в середньому 385 діб. Після розподілу корів на типи конституції було встановлено, що меншу кількість дійних діб мали корови рихлого (375 діб) і грубого (364 доби) типів, що на 23 і 40 діб відповідно менше порівняно із ровесниками щільного і ніжного типів. Отже, корови із довшою тривалістю лактації характеризувалися вищим надоем, виходом молочного жиру і молочного білка. Більш об'єктивно ефективність виробництва молока характеризує надій у розрахунку на одну добу лактації, який коливався в межах 23,0–23,4 кг залежно від типу конституції корів. Різниця за величиною надою на одну добу лактації корів рихлого–щільного типів становила 0,4 кг із перевагою щільного типу, ніжного–грубого типів – 0,1 кг із перевагою ніжного типу.

Встановлено, що сила впливу типу конституції корів на ознаки молочної продуктивності залежить від дослідженої ознаки. Найменше тип конституції впливав на масову частку жиру і білка в молоці ($\eta_x^2 = 2,1\text{--}4,3\%$), дещо більше – на надій за 305 діб ($\eta_x^2 = 13,0\text{--}18,3\%$), найбільше – на вихід молочного жиру і молочного білка ($\eta_x^2 = 16,3\text{--}23,6\%$).

Оскільки телиці щільного типу конституції за індексом масивності характеризувалися вищою інтенсивністю росту у період вирощування, вони раніше досягли живої маси, необхідної для першого парування – у 16,3 місяця, що на 1,0 місяць раніше порівняно з ровесниками рихлого типу (табл. 4).

Вік першого отелення первісток щільного типу становив 25,6 місяця (на 2,3 місяця раніше ($P < 0,05$), ніж у корів рихлого типу). За живою масою за першого осіменіння перевага телиць щільного типу становила 41,7 кг ($P < 0,001$), за

першого отелення – 28,7 кг ($P < 0,001$). За індексом костистості подібної тенденції не спостерігали. Вищою інтенсивністю росту характеризувалися телиці ніжного типу конституції: їх перевага за живою масою за першого осіменіння становила 24,3 кг ($P < 0,05$), за першого отелення – 2,7 кг. Однак більш ранній вік першого осіменіння і першого отелення мали тварини грубого типу – 16,4 і 26,4 місяця, відповідно, що на 0,8 і 0,9 місяця раніше порівняно з ніжним типом.

Встановлено, що краща відтворна здатність характерна для первісток рихлого і грубого типів конституції. У корів рихлого типу порівняно зі щільним була коротшою тривалість сервіс- і міжотельного періодів (–21 і –24 доби, відповідно), вищий вихід телят на 100 корів (+5,5 голів), індекс плодючості (+1,7) і коефіцієнт відтворної здатності (+4,7). Сервіс-період корів грубого типу порівняно з ніжним коротший на 39 діб, міжотельний період – на 32 доби, вихід телят на 100 корів вищий на 5,9 голів, індекс плодючості – 2,9 ($P < 0,01$), коефіцієнт відтворної здатності – на 5,9.

До загальної характеристики корів різних типів конституції, крім живої маси впродовж періоду вирощування, промірів тіла, ознак молочної продуктивності та відтворної здатності первісток, належать проміри вимені і лінійна оцінка екстер'єру (табл. 5).

Встановлено, що корови щільного типу конституції (за індексом масивності) мали вищу живу масу та інтенсивність росту, більш ранній вік першого отелення і вищий рівень молочної продуктивності порівняно з ровесниками рихлого типу. Корови рихлого типу були більш крупними, з вищим рівнем відтворної здатності. Корови ніжного типу мали перевагу за ростом, розвитком і молочною продуктивністю, поступаючи ровесникам грубого типу конституції лише за відтворною здатністю.

Таблиця 4 – Відтворна здатність первісток різних типів конституції, $x \pm S.E.$

Показник		Тип конституції			
		за індексом масивності		за індексом костистості	
		рихлий (n=49)	щільний (n=40)	ніжний (n=48)	грубий (n=41)
За першого осіменіння	вік, місяців	17,3 $\pm$ 0,68	16,3 $\pm$ 0,53	17,2 $\pm$ 0,67	16,4 $\pm$ 0,62
	жива маса, кг	311,0 $\pm$ 6,28	352,7 $\pm$ 8,90***	341,0 $\pm$ 8,39*	316,7 $\pm$ 7,11
За першого отелення	вік, місяців	27,9 $\pm$ 0,73	25,6 $\pm$ 0,52*	27,3 $\pm$ 0,66	26,4 $\pm$ 0,69
	жива маса, кг	464,3 $\pm$ 4,95	493,0 $\pm$ 5,68***	478,4 $\pm$ 5,43	475,7 $\pm$ 6,00
Сервіс-період, діб		157 $\pm$ 14,7	178 $\pm$ 17,8	184 $\pm$ 16,4	145 $\pm$ 15,1
Міжотельний період, діб		432 $\pm$ 14,5	456 $\pm$ 17,7	457 $\pm$ 16,3	425 $\pm$ 15,8
Індекс осіменіння первісток		2,1 $\pm$ 0,23	2,1 $\pm$ 0,24	2,1 $\pm$ 0,21	2,0 $\pm$ 0,26
Вихід телят на 100 корів, голів		85,5 $\pm$ 2,48	80,0 $\pm$ 2,76	80,0 $\pm$ 2,59	85,9 $\pm$ 2,54
Індекс плодючості		43,8 $\pm$ 0,73	45,5 $\pm$ 0,52	42,7 $\pm$ 0,66	45,6 $\pm$ 0,69**
КВЗ		84,7 $\pm$ 2,60	80,0 $\pm$ 2,90	80,0 $\pm$ 2,67	85,9 $\pm$ 2,75

Примітка: КВЗ – коефіцієнт відтворної здатності; Р порівняно з найнижчим значенням у межах індексу.

Таблиця 5 – Характеристика первісток різних типів конституції

Показник		Тип конституції			
		за індексом масивності		за індексом костистості	
		рихлий	щільний	ніжний	грубий
Жива маса, кг			+	+	
Прирости живої маси ¹			+	+	
Проміри тіла, см		+		відмінності незначні	
Проміри вимені, см		+		відмінності незначні	
Лінійна оцінка		+ ²		+ ³	
Дійних діб			+	+	
Надій, кг	за 305 діб		+	+	
	за всю лактацію		+	+	
	у розрахунку на одну добу лактації	відмінності незначні		відмінності незначні	
Молочний жир	%	відмінності незначні		відмінності незначні	
	кг		+	+	
Молочний білок	%	відмінності незначні		відмінності незначні	
	кг		+	+	
Вік першого отелення, місяців			+ ⁴		+
Сервіс-період, діб		+ ⁵			+
Вихід телят на 100 корів, голів		+			+

Примітка: перевага за господарсько корисною ознакою корів певного типу конституції позначена знаком «+»;

¹ – абсолютний, середньодобовий і відносний прирости; ² – корови рихлого типу порівняно зі щільним вищого росту, із більш розвинутою грудною клітиною і кращою поставою тазових кінцівок; ³ – корови ніжного типу вищого росту із більшою шириною задку; ⁴ – більш ранній вік першого отелення; ⁵ – найкоротша тривалість сервіс-періоду.

Спрямоване вирощування ремонтних телиць – важливий елемент виробництва молока. Оптимальним середньодобовим приростом телиць від народження до першого парування О. В. Тулипова и соавт. [30] називають не нижче 500 г. К. Serjsen [31] and K. S. Storli et al [32] оптимальним приростом у віці 10–15 місяців вважають 830 г. У дослідженнях середньодобовий приріст телиць української чорно-рябої молочної породи залежно від типу конституції варіював від 572 до 665 г. Вищий середньодобовий приріст від народження до першого парування характерний для телиць щільного типу – 665 г (+93 г порівняно з рихлим) та ніжного типу конституції (+24 г порівняно з грубим).

Р. О. Кобзарь [33], В. М. Прищедько зі співавт. [34], D. L. Van De Stroet et al. [35] стверджують, що інтенсивність росту ремонтних теличок і молочна продуктивність корів додатно корелюють з їх живою масою за народження. У дослідженнях результати були неоднозначними. Зокрема, новонароджені телиці рихлого типу конституції переважали за живою масою ровесниць щільного типу на 2,2 кг ($P < 0,01$), водночас поступаючись їм за живою масою у 18-місячному віці на 47,9 кг ($P < 0,001$) та за першого осіменіння – на 42,4 кг ($P < 0,001$). Ремонтні телиці ніжного типу конституції переважали за живою масою новонароджених ро-

весниць грубого типу на 2,0 кг ($P < 0,01$), у віці 18 місяців – 15,2 кг, за першого осіменіння – на 24,4 кг ($P < 0,05$).

М. С. Пелехатий зі співавт. [23] повідомляють про достовірну ($P < 0,001$ у всіх випадках) перевагу корів українських чорно-рябої і червоно-рябої молочних порід щільного типу конституції за живою масою, промірами тіла (висота в холці, навскісна довжина тулуба, обхват грудей за лопатками) і молочною продуктивністю (надій за 305 діб, кількість молочного жиру і молочного білка). Про перевагу корів щільного типу конституції також зазначається у дослідженні Л. М. Піддубної та Д. М. Гунтіка [24].

У дослідженні отримано інші результати: за промірами тіла переважали первістки рихлого типу конституції. Їх перевага за обхватом грудей, шириною і глибиною грудей за лопатками і за останнім ребром та за довжиною грудного відділу була достовірною ($P < 0,05 \dots 0,001$). Первістки щільного типу конституції мали вищу живу масу та її прирости, надій, вихід молочного жиру і молочного білка. Зокрема, їх перевага за надоем за 305 діб і за всю лактацію становила 117 і 697 кг відповідно, виходом молочного жиру – 6,2 кг, молочного білка – 4,2 кг. Порівняльний аналіз показників молочної продуктивності корів ніжного і грубого типів конституції у літературних джерелах за

останні десятиріччя не зустрічається. У дослідженні вищий надій за 305 діб і всю лактацію (+340 і 907 кг відповідно), вихід молочного жиру (+12,1 кг) і молочного білка (+10,5 кг) мали корови ніжного типу конституції порівняно з грубим типом, однак поступались за величиною надою у розрахунку на одну добу лактації на 0,1 кг.

Ряд дослідників вважають оптимальним віком першого отелення молочних корів не старше 24 місяців за живої маси за першого отелення приблизно 85 % живої маси повновікових корів [32, 36, 37]. У дослідженні середній вік першого отелення первісток був дещо вищим за рекомендований – 26,9 місяця, а жива маса нижчою – 477 кг (81 % від живої маси повновікових корів). Достовірно нижчий вік (–2,3 місяця, $P < 0,05$) і вищу живу масу за першого отелення (+28,7 кг, $P < 0,001$) мали корови щільного типу конституції порівняно з рихлим. Різниця за віком і живою масою за першого отелення первісток ніжного і рихлого типів конституції була незначною – 0,9 місяця і 2,7 кг відповідно.

Висновки. Диференціація корів за типами конституції дає змогу виявити особливості їх росту, екстер'єру, молочної продуктивності, відтворної здатності, і на основі отриманих результатів оптимізувати селекційну роботу у стаді. Встановлено, що інтенсивність росту телиць від народження до 18-місячного віку, проміри тіла, молочна продуктивність і відтворна здатність певною мірою залежать від типу конституції. Вища жива маса та її прирости характерні для телиць щільного і ніжного типів. Більш крупними були первістки рихлого типу конституції порівняно зі щільним, для яких характерні насамперед більші проміри грудей і тулуба ($P < 0,05$ – $0,001$). Корови ніжного типу конституції переважали за висотою у холці ($P < 0,001$) і глибиною грудей ($P < 0,05$), грубого типу – за шириною грудей ($P < 0,05$) і обхватом п'ястка ($P < 0,01$). Вищий рівень молочної продуктивності характерний для корів щільного та ніжного типів, а кращу відтворну здатність спостерігали у корів рихлого і грубого типів конституції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Cassandro M. Genetic aspects of fertility traits in dairy cattle – review. Conference: Proceedings of the 22th International Symposium Animal Science Days, 16-19 September. Keszthely (Hungary). 2014. Vol. 18. Suppl. 1. P. 11–23. Doi:https://doi.org/10.13140/2.1.3856. 9925

2. Crowe M. A., Hostens M., Opsomer G. Reproductive management in dairy cows - the future. Ir. Vet. J. 2018. Vol. 71 (1). Doi:https://doi.org/10.1186/s13620-017-0112-y

3. De Haas Y., Janss L. L. G., Kadarmideen H. N. Genetic and phenotypic parameters for conformation and yield traits in three Swiss dairy cattle breeds. J Anim Breed Genet. 2007. Vol. 124 (1). P. 12–19. Doi:https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2007.00630.x.

4. Invited review: overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits / C. Egger-Danner et al. Animal. 2015. Vol. 9 (2). P. 191–207. Doi:https://doi.org/10.1017/S1751731114002614.

5. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Особливості екстер'єрного типу корів українських червоно- та чорно-рябої молочних порід. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2015. Вип. 90. С. 1630–168.

6. Development of genetic and genomic evaluation for wellness traits in US Holstein cows / N. Vukasinovic et al. J. Dairy Sci. 2017. Vol. 100. P. 1–11. Doi:https://doi.org/10.3168/jds.2016-11520

7. Berry D. P., Bermingham M. L., Good M., More S. J. Genetics of animal health and disease in cattle. Ir Vet J. 2011. Vol. 64 (1). 5 p. Doi:https://doi.org/10.1186/2046-0481-64-5

8. De Mello F., Kern E. L., Bretas A. Longevity in dairy cattle. J Adv Dairy Res. 2014. Vol. 2. Issue 3. Doi:https://doi.org/10.4172/2329-888X.1000126

9. Strandberg E., Emanuelson U. Herd-level factors associated with longevity in Swedish dairy cattle. Acta Agric Scand. 2016. Vol. 66. № 2. P. 92–98. Doi:https://doi.org/10.1080/09064702.2016.1221986

10. Alvåsen K., Dohoo I., Roth A., Emanuelson U. Farm characteristics and management routines related to cow longevity: a survey among Swedish dairy farmers. Acta Vet Scand. 2018. Vol. 60. 38 p. Doi:https://doi.org/10.1186/s13028-018-0390-8

11. Holstein Association USA. Updates to the Total Performance Index (TPI) and type composites. Holstein Association USA, Brattleboro, VT. 2017. URL: http://www.holsteinusa.com/pdf/Upcoming_Changes_aug17.pdf

12. NTM, Nordic Total Merit – index – VikingGenetics. URL:https://www.vikinggenetics.com/about-us/ntm/ntm-unlocked?show=anvp

13. Pro\$ & LPI: Enhancements and Updates. Canadian Dairy Network. URL:https://www.cdn.ca/document.php?id=516

14. Sawa A., Bogucki M., Krężel-Czopek S., Neja W. Relationship between conformation traits and lifetime production efficiency of cows. ISRN Veterinary Science. 2013. 124690 p. Doi:https://doi.org/10.1155/2013/124690

15. Alimzhanova L. V., Bostanova S. K., Sheiko Yu. N. The level of milk production, depending on the exterior traits of dairy cows. Online J. Biol. Sci. 2018. Vol. 18 (1). P. 29–36. Doi: https://doi.org/10.3844/ojbsci.2018.29.36

16. Ставецька Р. В., Динько Ю. П. Вплив типу конституції на розвиток вим'я і молочну продуктивність первісток української чорно-рябої молочної породи. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць Білоцерківського національного аграрного університету. Біла Церква, 2016. № 2. С. 121–128. URL:https://tvppt.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/pererobka/btf_2-2016.pdf

17. Черненко О. І., Черненко О. М., Дутка В. Р. Продуктивні та технологічні якості корів різних типів конституції. Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. Дніпропетровськ, 2016. Т. 4.

№ 1. С. 290–295. URL: <https://bulletin-biosafety.com/index.php/journal/article/view/142>

18. Черненко О. М. Формування екстер'єру і конституції у корів української червоної молочної породи. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровськ, 2015. № 3 (37). С. 88–90.

19. Богданов Е. А. Типы телосложения сельскохозяйственных животных и человека и их значение. Москва-Ленинград, 1923. 311 с.

20. Кулешов П. Н. Выбор по экстерьеру лошадей, скота, овец, свиней. Москва: Сельхозиздат, 1937. 160 с.

21. Иванов М. Ф. Сочинения. Москва: Сельхозгиз, 1936. Т. 1. С. 278–300.

22. Колесник Н. Н. Методика определения типов конституции животных. Животноводство. 1960. № 3. С. 48–51.

23. Пелехатий М. С., Гунтік Л. М., Дідківський В. О., Волківська З. О. Ефективність добору молочних корів за конституціональними типами. Розведення і генетика тварин: міжвід. темат. наук. зб. 2007. Вип. 41. С. 154–164.

24. Піддубна Л. М., Гунтік Д. М. Диференціація корів молочного стада на конституційні типи за щільністю тіла. Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Луганськ, 2010. № 21. С. 127–131.

25. Пікула О. Молочність корів за виробничими типами. Тваринництво України. 2011. № 2. С. 18–21.

26. Ковальчук В. І. Особливості будови тіла корів української чорно-рябої молочної породи різних екстер'єрно-конституційних типів. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. Житомир, 2014. № 1 (1). С. 157–162.

27. Розведення сільськогосподарських тварин: підручник / М. З. Басовський та ін.; за ред. М. З. Басовського. Біла Церква: Білоцерківський державний аграрний університет, 2001. 400 с.

28. Genetic evaluation for length of productive life in Slovak Pinzgau cattle / G. Meszaros et al. Arch. Anim. Breed. 2008. Vol. 5. P. 438–448. Doi: <https://doi.org/10.5194/aab-51-438-2008>

29. Study on the factors influencing cow milk production in dairy cows / C. Bidireac et al. Lucrări Ştiinţifice: Facultatea de management agricol. 2014. Seria I. Vol. XVI (2). P. 202–205.

30. Тулинова О. В., Васильева Е. Н., Егизарян А. В., Соловей В. Б. Молочная продуктивность айрширских первотёлок в зависимости от интенсивности их роста в разные периоды выращивания. Зоотехния. 2011. № 8. С. 2–4.

31. Serjzen K. Mammary development. In: Garnsworthy, P.C., Ed., Calf and heifer rearing: principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving. Nottingham University Press. Nottingham, 2005. P. 237–251.

32. Storli K. S., Klemetsdal G., Volden H., Salte R. The relationship between Norwegian Red heifer growth and their first-lactation test-day milk yield: A field study. J. Dairy Sci. 2017. Vol. 100. P. 7602–7612. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12018>

33. Кобзарь Р. О. Вплив інтенсивності росту ремонтних телиць таврійського типу української червоної молочної породи на їх продуктивність. Асканія-Нова: Науковий вісник. Нова Каховка: ЧП «Пиел», 2009. Вип. 2. С. 59–65.

34. Пришедько В. М., Лесновська О. В., Карлова Л. В., Дутка В. Р. Економічна ефективність використання корів-первісток голштинської породи з різною інтенсивністю їх формування у ранньому онтогенезі. Науковий

вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Львів. 2017. № 79. С. 163–168.

35. Association of calf growth traits with production characteristics in dairy cattle / D. L. Van De Stroet et al. J. Dairy Sci. 2016. Vol. 99. Issue 10. P. 8347–8355. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10738>

36. Kratochvilova M. Relationship between growth and milk production in dairy cattle. Czech J. Anim. Sci. 2001. Vol. 46 (3). P. 139–144.

37. Tozer P. R., Heinrichs A. J. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis. J. Dairy Sci. 2001. Vol. 84. P. 1836–1844.

REFERENCES

1. Cassandro, M. (2014). Genetic aspects of fertility traits in dairy cattle – review. Conference: Proceedings of the 22th International Symposium Animal Science Days. Keszthely (Hungary). Vol. 18, Suppl. 1, pp. 11–23. Available at: <https://doi.org/10.13140/2.1.3856.9925>

2. Crowe, M.A., Hostens, M., Opsomer, G. (2018). Reproductive management in dairy cows - the future. Ir. Vet. J. Vol. 71 (1). Available at: <https://doi.org/10.1186/s13620-017-0112-y>

3. De Haas, Y., Janss, L.L.G., Kadarmideen, H.N. (2007). Genetic and phenotypic parameters for conformation and yield traits in three Swiss dairy cattle breeds. J. Anim. Breed. Genet. Vol. 124 (1), pp. 12–19. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2007.00630.x>

4. Egger-Danner, C., Cole, J.B., Pryce, J.E., Gengler, N., Heringstad, B., Bradley, A., Stock, K.F. (2015). Invited review: overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits. Animal. Vol. 9 (2), pp. 191–207. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731114.002614>

5. Khmelnychy, L.M., Vechorka, V.V. (2015). Osoblyvosti eksteriernoho typu koriv ukrainskykh chervonota chorno-riaboi molochnykh porid [Features of the exterior type of cows of Ukrainian red-and-white and black-and-white dairy breeds] Tavriyskyi naukovyi visnyk [Taurida Scientific Herald]. Kherson, no. 90, pp. 163–168.

6. Vukasinovic, N., Bacciu, N., Przybyla, C.A., Boddhireddy, P., DeNise, S.K. (2017). Development of genetic and genomic evaluation for wellness traits in US Holstein cows. J. Dairy Sci. Vol. 100, pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11520>

7. Berry, D.P., Bermingham, M.L., Good, M., More, S.J. (2011). Genetics of animal health and disease in cattle. Ir. Vet. J. Vol. 64 (1), 5 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/2046-0481-64-5>

8. de Mello, F., Kern, E.L., Bretas, A. Longevity in dairy cattle. (2014). J. Adv. Dairy Res. Vol. 2, Issue 3. Available at: <https://doi.org/10.4172/2329-888X.1000126>

9. Strandberg, E., Emanuelson, U. Herd-level factors associated with longevity in Swedish dairy cattle. (2016). Acta Agric. Scand. Vol. 66, no. 2, pp. 92–98. Available at: <https://doi.org/10.1080/09064702.2016.1221986>

10. Alvåsen, K., Dohoo, I., Roth, A., Emanuelson, U. (2018). Farm characteristics and management routines related to cow longevity: a survey among Swedish dairy farmers. Acta Vet. Scand. Vol. 60, 38 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13028-018-0390-8>

11. Holstein Association USA. Updates to the Total Performance Index (TPI) and type composites. Holstein

Association USA, Brattleboro, VT. 2017. Available at: http://www.holsteinusa.com/pdf/Upcoming_Changes_aug17.pdf

12. NTM, Nordic Total Merit – index – Viking Genetics. Available at: <https://www.vikinggenetics.com/about-us/ntm/ntm-unlocked?show=anvp>

13. Pro\$ & LPI: Enhancements and Updates. Canadian Dairy Network. Available at: <https://www.cdn.ca/document.php?id=516>

14. Sawa, A., Bogucki, M., Krężel-Czopek, S., Neja, W. (2013). Relationship between conformation traits and lifetime production efficiency of cows. *ISRN Veterinary Science*. 124690 p. Available at: <https://doi.org/10.1155/2013/124690>

15. Alimzhanova, L.V., Bostanova, S.K., Sheiko, Yu.N. (2018). The level of milk production, depending on the exterior traits of dairy cows. *Online J. Biol. Sci.* Vol. 18 (1), pp. 29–36. Available at: <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2018.29.36>

16. Stavetska, R.V., Dynko, Yu.P. (2016). Vplyv typu konstytutsii na rozvytok vymia i molochnu produktyvnist pervistok ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Influence of the constitution type on the development of udder and milk productivity of primiparous of the Ukrainian black-and-white dairy breed]. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktivnykh tvarynyntstva: zbirnyk naukovykh prats Bilotserkivskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu* [Animal husbandry products production and processing: bulletin of Bila Tserkva National Agrarian University]. Bila Tserkva, no. 2, pp. 121–128. Available at: https://tvppt.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/pererobka/btf_2-2016.pdf

17. Chernenko, O.I., Chernenko, O.M., Dutka, V.R. (2016). Produktivni ta tekhnolohichni yakosti koriv riznykh typiv konstytutsii [Productive and technological characteristics of cows of different types of constitution]. *Naukovo-tekhnichniy biuleten naukovo-doslidnoho tsentru biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv ahropromyslovoho kompleksu* [Scientific and technical bulletin of the research center of biosafety and ecological control of the resources of the agro-industrial complex]. no. 4 (1), pp. 290–295. Available at: <https://bulletin-biosafety.com/index.php/journal/article/view/142>

18. Chernenko, O.M. (2015). Formuvannia eksterieru i konstytutsii u koriv ukrainskoi chervonoj molochnoi porody [Formation of the exterior and the constitution of the cows of the Ukrainian red dairy breed]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahraryno-ekonomichnoho universytetu* [Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University]. Dnipropetrovsk, no. 3 (37), pp. 88–90.

19. Bogdanov, E.A. (1923). Tipy teloslozheniya selskokhozyaystvennykh zhivotnykh i cheloveka i ikh znacheniye [Body types of farm animals and humans and their meaning]. Moscow-Leningrad, 311 p.

20. Kuleshov, P.N. (1937). Vybory po eksteryeru loshadey, skota, ovets, sviney [Selection by exterior of horses, cattle, sheep, pigs]. Moscow, 160 p.

21. Ivanov, M.F. (1936). Sochineniya [Essays]. Moscow, no. 1, pp. 278–300.

22. Kolesnik, N.N. (1960). Metodika opredeleniya tipov konstitutsii zhivotnykh [Method of determining the types of the constitution of animals]. *Zhivotnovodstvo* [Livestock]. no. 3, pp. 48–51.

23. Pelekhatyi, M.S., Huntik, L.M., Didkivskyi, V.O., Volkivska, Z.O. (2007). Efektyvnist doboru molochnykh

koriv za konstytutsionalnymy typamy [Efficiency of selection of dairy cows by constitutional types]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn* [Animal Breeding and Genetics]. no. 41, pp. 154–164.

24. Piddubna, L.M., Huntik, D.M. (2010). Dyferentsiatsiia koriv molochnoho stada na konstytutsiini typy za shchilnistiu tila [Differentiation of dairy cows into constitutional types by body density]. *Naukovyi visnyk Luhanskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu* [Scientific Bulletin of Luhansk National Agrarian University]. Luhansk, no. 21, pp. 127–131.

25. Pikula, O. (2011). Molochnist koriv za vyrobnychymy typamy [Production types of dairy cows]. *Tvarynyntstvo Ukrainy* [Livestock of Ukraine]. no. 2, pp. 18–21.

26. Kovalchuk, V.I. (2014). Osoblyvosti budovy tila koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody riznykh eksteriarno-konstytutsiinykh typiv [Features of body structure of Ukrainian black and white dairy cows of different exterior-constitutional types]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu* [Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University]. no. 1 (1), pp. 157–162.

27. Basovskyi, M.Z., Burkat, V.P., Vinnychuk, D.T., Kovalenko, V.P., Kiva, M.S., Ruban, Yu.D., Rudyk, I.A., Siratskyi, Y.Z. (2001). Rozvedennia silskohospodarskykh tvaryn [Breeding of farm animals]. Bila Tserkva: Bila Tserkva State Agrarian University. 400 p.

28. Mészáros, G., Fuerst, C., Fuerst-Waltl, B., Kadlecik, O., Kasarda, R., Sölkner, J. (2008). Genetic evaluation for length of productive life in Slovak Pinzgau cattle. *Arch. Anim. Breed.* Vol. 5, pp. 438–448. Available at: <https://doi.org/10.5194/aab-51-438-2008>

29. Bidreac, C., Etroman, C., Stefanovic, M., Petroman, I., Marin, D. (2014). Study on the factors influencing cow milk production in dairy cows. *Lucrări Ştiinţifice, Facultatea de management agricol. Seria I, Vol. XVI № 2*, pp. 202–205.

30. Tulinova, O.V., Vasilyeva, E.N., Egiazaryan, A.V., Solovey, V.B. (2011). Molochnaya produktivnost ayrshirskikh pervotelok v zavisimosti ot intensivnosti ikh rosta v raznyye periody vyrashchivaniya [Milk productivity of Ayrshire primiparous, depending on the intensity of their growth in different periods of rearing]. *Zootekhnika* [Zootechnics]. no. 8, pp. 2–4.

31. Serjsen, K. (2005). Mammary development. In: *Garns-worthy, P.C., Ed., Calf and heifer rearing: principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving*. Nottingham University Press. Nottingham. pp. 237–251.

32. Storli, K.S., Klemetsdal, G., Volden, H., Salte, R. (2017). The relationship between Norwegian Red heifer growth and their first-lactation test-day milk yield: A field study. *J. Dairy Sci.* Vol. 100, pp. 7602–7612. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12018>

33. Kobzar, R.O. (2009). Vplyv intensyvnosti rostu remontnykh telyts tavriskoho typu ukrainskoi chervonoj molochnoi porody na yikh produktyvnist [Influence of growth intensity of repair heifers of Taurian type of Ukrainian red dairy breed on their productivity]. *Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova»* [Scientific Bulletin "Askaniia-Nova"]. Nova Kakhovka: ChP «Pyel», no. 2, pp. 59–65.

34. Pryshedko, V.M., Lesnovska, O.V., Karlova, L.V., Dutka, V.R. (2017). Ekonomichna efektyvnist vykorystannia koriv-pervistok holshtynskoi porody z riznoiu intensyvniстю yikh formuvannia u rannomu ontogenezi [Economic efficiency of using Holstein primiparous with different intensity of their

formation in early ontogenesis. Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho [Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies]. Lviv, no. 79, pp. 163–168.

35. Van De Stroet, D.L., Calderón Díaz, J.A., Stalder, K.J., Heinrichs A.J., Dechow, C.D. (2016). Association of calf growth traits with production characteristics in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* Vol. 99, Issue 10, pp. 8347–8355. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10738>

36. Kratochvilova, M. (2001). Relationship between growth and milk production in dairy cattle. *Czech J. Anim. Sci.* Vol. 46 (3), pp. 139–144.

37. Tozer, P.R., Heinrichs, A.J. (2001). What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis. *J. Dairy Sci.* Vol. 84, pp. 1836–1844.

Характеристика хозяйственно полезных признаков коров в зависимости от типа конституции

Дынько Ю. П., Ставецкая Р. В., Бабенко Е. И., Старостенко И. С., Клопенко Н. И.

Проведена сравнительная оценка коров украинской черно-пестрой молочной породы рыхлого–плотного и нежного–грубого типов конституции. Исследована динамика их живой массы в течение периода выращивания, экстерьер, молочная продуктивность и воспроизводительная способность.

Телки плотного типа конституции по сравнению с рыхлым типом характеризовались более высокой живой массой (на 5,4–47,9 кг) в возрасте 3; 6; 9; 12; 15 и 18 месяцев и при первом осеменении. Телки нежного типа конституции превосходили по живой массе ровесниц грубого типа во все возрастные периоды (на 2,0–24,4 кг). Среднесуточный прирост телок плотного типа в среднем составлял 665 г (+93 г по сравнению с рыхлым типом, $P < 0,01$), телок нежного типа – 624 г (+24 г по сравнению с грубым типом).

Более крупными были первотелки рыхлого типа конституции по сравнению с ровесницами плотного типа. Их преимущество по промерам туловища было достоверным ($P < 0,05–0,001$). Разница по промерам тела первотелок нежного и грубого типов конституции была менее выраженной. Коровы нежного типа были выше ($P < 0,001$), с глубокой грудью ($P < 0,05$) и большей косою длиной туловища. Коровы грубого типа конституции характеризовались более широкой грудью за последним ребром ($P < 0,05$) и большим охватом пясти ($P < 0,01$).

По молочной продуктивности более высокие показатели характерны для коров плотного и нежного типов конституции. По удою за 305 суток преимущество первотелок плотного типа по сравнению с рыхлым типом составляло 117 кг, по количеству молочного жира – 6,2 кг, молочного белка – 4,2 кг, массовой доле жира и белка в молоке – 0,02 и 0,01 % соответственно. Между типами конституции нежный–грубый разница по удою составляла 340 кг, количеству молочного жира и белка – 12,1 и 10,5 кг соответственно, по массовой доле жира и белка в молоке разницы не было.

Лучшие показатели воспроизводительной способности наблюдались у коров рыхлого типа (продолжительность сервис-периода – 157 суток, выход телят на 100 коров – 85,5 голов) и грубого типа конституции (145 суток и 85,9 голов, соответственно), то есть у коров тех типов, которые характеризовались более низкой молочной продуктивностью.

Учет характерных особенностей коров разных типов конституции позволяет оптимизировать селекционный процесс в конкретном стаде, корректирует отбор и подбор в необходимом направлении.

Ключевые слова: коровы, украинская черно-пестрая молочная порода, тип конституции, живая масса, промеры тела, молочная продуктивность, воспроизводительная способность.

Characteristics of economically important traits of cows depending on their body built

Dynko Yu., Stavetska R., Babenko O., Starostenko I., Klopenko N.

A comparative evaluation of Ukrainian Black-and-White Dairy cows of friable and dense, delicate and rough body built have been carried out. The dynamics of their live weight during the growing period, exterior, milk productivity and reproductive ability were investigated.

Heifers with dense body built compared to the animals with friable body built were characterized by higher live weight at the age of 3; 6; 9; 12; 15 and 18 months and at the first insemination by 5,4–47,9 kg. Heifers with delicate body built compared to the cows of the same age with rough body built were dominated by a live weight during growing period by 2,0–24,4 kg. The average daily gain of heifers with dense body built was 665 g (+93 g compared to friable body built, $P < 0,01$), average daily gain of heifers with delicate body built was 624 g (+24 g compared to rough body built).

The primiparous cows with friable body built had larger sizes than cows of the same age with dense body built. At the withers they were higher by 1,2 cm, they had an advantage in chest girth – 8,9 cm ($P < 0,001$), chest width and chest depth behind the shoulder – 3,2 cm ($P < 0,001$) and 2,0 cm ($P < 0,05$), respectively, chest width and chest depth behind the last rib – 3,1 cm ($P < 0,01$) and 2,6 cm ($P < 0,001$), chest length – 2,1 cm ($P < 0,05$). The primiparous cows with delicate and rough body built were characterized by less marked differences in body measurements. Cows with delicate body built compared to the cows with rough body built were taller by 4,9 cm ($P < 0,001$), with deeper chest behind the shoulder – 1,7 cm ($P < 0,05$) and with longer body (oblique body length was more on 1,3 cm). Cows with rough body built had significantly larger chest width behind the last rib – by 2,1 cm ($P < 0,05$) and metacarpus girth – by 0,7 cm ($P < 0,01$).

Higher milk productivity has been observed in cows with dense and delicate body built. The primiparous cows with dense body built had higher 305-d milk yield on 117 kg, milk fat yield – on 6,2 kg, milk protein yield – on 4,2 kg, fat content and protein content in milk – on 0,02% and 0,01%, respectively. Between cows with delicate and rough body built difference in milk yield was 340 kg, milk fat yield and

milk protein – 12,1 kg and 10,5 kg, respectively, fat content and protein content in milk had no differences.

Better reproductive ability has been observed in cows with friable body built (open days – 157, calf crop percent – 85,5%) and rough body built (145 days and 85,9%, respectively), it meant in cows with body built, that had lower milk productivity.

Taking into account the characteristics of cows with different body built makes it possible to optimize the selection process in a particular herd and directing the selection in the desired direction.

Key words: cows, Ukrainian Black-and-White Dairy breed, body built, live weight, body measurements, milk productivity, reproduction ability.



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



ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 638.124.428.144.54

Вплив відбору бджолиного обніжжя пилковловлювачем на льотну активність та поведінку бджіл-збиральниць квіткового пилкуМіщенко О.А.¹ , Литвиненко О.М.¹ , Афара К.Д.¹ , Криворучко Д.І.² ¹ ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича»² Національний університет біоресурсів і природокористування УкраїниМіщенко О.А. E-mail: honey72@i.ua; Литвиненко О.М. E-mail: alesyasandra@ukr.net;
Криворучко Д.І. E-mail: dimokmpx@ukr.net

Міщенко О.А., Литвиненко О.М., Афара К.Д., Криворучко Д.І. Вплив відбору бджолиного обніжжя пилковловлювачем на льотну активність та поведінку бджіл-збиральниць квіткового пилку. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 25–33.

Mishhenko O.A., Lytvynenko O.M., Afara K.D., Kryvoruchko D.I. Vplyv vidboru bdzholynogo obnizhzhja pylkovlovlyuvachem na l'otnu aktyvnist' ta povedinku bdzhil-zbyral'nych kvitkovogo pylku. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva», 2021. № 1. PP. 25–33.

Рукопис отримано: 16.03.2021 р.

Прийнято: 30.03.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-25-33

Від рівня забезпечення бджолиних сімей білковим кормом залежить можливість прояву потенціалу їх продуктивності. У зв'язку з цим вивчення поведінки бджіл, яка пов'язана з заготівлею та переробленням білкового корму, має важливе значення як у біології, так і в практичному бджільництві.

У роботі наведено дані експериментальних досліджень впливу відбору бджолиного обніжжя на льотну активність бджіл. Проведено дослідження з вивчення етологічних особливостей бджіл, які сприяють збільшенню збору, заготівлі та перероблення білкового корму. Для цього проведено дослідження чинників, які спонукають бджіл до збільшення збору білкового корму – бджолиного обніжжя та запасання його в гнізді медоносною бджолою у вигляді перги.

На дослідних та контрольних бджолиних сім'ях-аналогах було досліджено чинники, які впливають на збільшення збору бджолами білкового корму.

Встановлено, що особливо активними зі збору бджолиного обніжжя були середні за силою бджолині сім'ї. Відбір бджолиного обніжжя пилковловлювачами зменшує виживання розплоду бджолиними сім'ями, однак не спричиняє їх значне ослаблення. За збільшення площі відкритого розплоду збільшується збір бджолами пилку. З метою одержання товарного бджолиного обніжжя на пасіці слід утримувати сильні бджолині сім'ї. Бджоли-збиральниці білкового корму мають індивідуальні особливості збору обніжжя.

У разі видалення розплоду з гнізда активність бджіл, які вилітали за взятком, зменшувалась. За додавання відкритого розплоду активність зростала. Навпаки, за згодовування бджолам обніжжя збиральна активність знижується, а давання вуглеводів не чинить впливу.

Отже, відбір обніжжя пилковловлювачами від бджолиних сімей збільшує льотну активність, що сприяє отриманню більшої кількості бджолиного обніжжя на пасіках та запиленню додаткового числа ентомофільних рослин. З метою одержання товарного бджолиного обніжжя на пасіці слід утримувати сильні бджолині сім'ї, а відбір проводити у вранішні та денні години.

Ключові слова: бджолина сім'я, українська степова порода, квітковий пилкоз, обніжжя, перга, пилковловлювач, розплід, збиральна активність бджіл.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Глибокі знання біології бджолиної сім'ї та її окремих особин – маток, робочих бджіл і трутнів – основа сучасних методів і технологій ведення раціонального бджільництва. На сучасному етапі розвитку бджіль-

ництво дедалі більше набуває комплексного виробничого напрямку, коли на пасіках одержують не лише здавна відомі мед та віск, а й інші продукти бджільництва – бджолине обніжжя, прополіс, маточне молочко, бджолину отруту. У зв'язку з цим особливий інтерес становить

вивчення поведінки бджіл-збиральниць квіткового пилку і перероблення його медоносними бджолами на пергу [1, 2, 3].

Бджола медоносна – політроф, який живиться поряд з нектаром пилом квітів багатьох видів рослин. [4]. Збираючи пилок, бджоли приносять неоціненну користь багатьом видам квіткових рослин, оскільки майже 90 % їх не можуть існувати без комах-запильників, одне з перших місць серед яких належить бджолам. Шукаючи собі корм (пилок і нектар), бджоли відвідують квітки рослин і переносять прилиплий пилок на рильця маточок інших рослин, здійснюючи в такий спосіб перехресне запилення. Із усіх бджіл, що вилітають із вулика, пилок приносять лише приблизно 50 % бджіл, це – складальниці, з них приблизно 25 % збирають лише пилок і 25 % – одночасно пилок і нектар [1, 3, 5].

Прилетівши на квітку, бджоли труться об тичинки, збирають на себе пилок і складають у вигляді грудочок у спеціальне місце з волосків на третій парі ніжок – «кошичка». Потім лапками зчищають його і відправляють до рота, де змочують слиною, у такий спосіб вносять до нього свої ферменти та знешкоджують алергени, формують маленьку грудочку і вкладають її до спеціальної кишенки на задніх лапках. Такий пилок називається бджолиним обніжжям. Пасічник робить перешкоду на вході до вулика і грудочка обніжжя потрапляє до пилкозбірників. Зібравши квітковий пилок бджоли доставляють його в гніздо у вигляді бджолиного обніжжя, вкладають у комірки стільників і піддають обробленню. Під дією молочнокислих та інших груп бактерій цей пилок перетворюється в продукт, який називається пергою [5, 6, 7, 8]. Пилок, який потрапляє до вулика, бджоли переробляють на пергу. Перга є основним білковим кормом для вигодовування потомства і поповнення резерву амінокислот дорослих особин. За своїм хімічним складом вона суттєво відрізняється від обніжжя і краще засвоюється [8, 9, 10, 11].

Активність збору пилку визначається низкою чинників, які впливають на збір білкового корму медоносними бджолами. До них належать кліматичні й флористичні умови, а також безпосередня потреба бджолиних сімей у білковому кормі [12, 13]. Льотна діяльність бджіл залежить, зокрема, від температури, інтенсивності світла, вітру, дощу і знаходиться в прямій залежності від цих чинників [14, 15].

Активність бджіл зі збору пилку прямо залежить від сили бджолиної сім'ї, наявності та кількості відкритого розплоду [15]. Динаміка вирощування розплоду та динаміка показників

збору пилку у всіх рас знаходиться в прямій залежності: чим більша кількість розплоду вирощується в той чи інший обліковий період, тим більше пилку приноситься в бджолині сім'ї. Молодий розплід у віці 1–2 доби – найбільший стимул у збільшенні збору пилку. Було також помічено, що принесення обніжжя залежить не лише від кількості розплоду, а й від наявності перги в гніздах. Нестача в бджолиній сім'ї білкового корму (перги) сприяє підвищенню активності бджіл на зборі пилку [16]. Поява в гнізді яєць та личинок молодшого віку стимулює збір пилку, а личинок старшого віку – споживання перги. Встановлено пряму залежність між кількістю відкритого розплоду в бджолиній сім'ї та активністю бджіл-збиральниць [17]. У разі видалення розплоду з гнізда активність бджіл, які вилітали за взятком, знижувалась від 88 до 47 %. За додавання відкритого розплоду активність зростала. Навпаки, за згодовування бджолиного обніжжя збиральна активність знижується, а додавання вуглеводів не чинить впливу. Наявність відкритого розплоду в зоні розміщення льотка збільшує льотну діяльність бджіл-фуражирів пилку [18]. За збільшення площі відкритого розплоду збільшується збір бджолами пилку [19]. Бджоли безматочних сімей приносили пилку дуже мало. Бджолині сім'ї з однаковою кількістю розплоду в різні місяці і за різних умов збирали різну кількість пилку.

Мета дослідження – вивчення впливу відбору бджолиного обніжжя на льотну активність та поведінку бджіл-збиральниць квіткового пилку.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили на базі експериментальної пасіки ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича». Поставлені в роботі завдання вирішували за допомогою зоотехнічних (сила бджолиної сім'ї) та статистичних (математичне оброблення) методів дослідження.

Бджолині сім'ї відповідали вимогам стандарту української степової породи, що підтверджено результатами оцінювання екстер'єру.

Для проведення досліду було сформовано три групи бджолиних сімей, до яких належали одна сильна, середня і слабка бджолині сім'ї. Підбір бджолиних сімей проводили за методом аналогів, враховуючи рівність їх за силою, кількістю розплоду, запасів корму, походженням та віком маток. Утримували бджолині сім'ї у вуликах-лежачках на 20 стандартних рамок (розмір рамки – 435х300 мм). Догляд за бджолиними сім'ями всіх груп проводили однаково, згідно з загальноприйнятою методикою [20].

Вулики сімей дослідних груп обладнали пилковловлювачами з решітками, що нараховували від 178 до 225 отворів діаметром 4,9 мм. На вуликах I групи пилковловлювачі були ввімкненими впродовж усього досліду, на вуликах II групи – вмикали за схемою: три доби ввімкненими, а три – вимкненими. Вулики III групи, контрольної, не були обладнані пилковловлювачами. Бджолине обніжжя зважували на електронних вагах FA-6406.

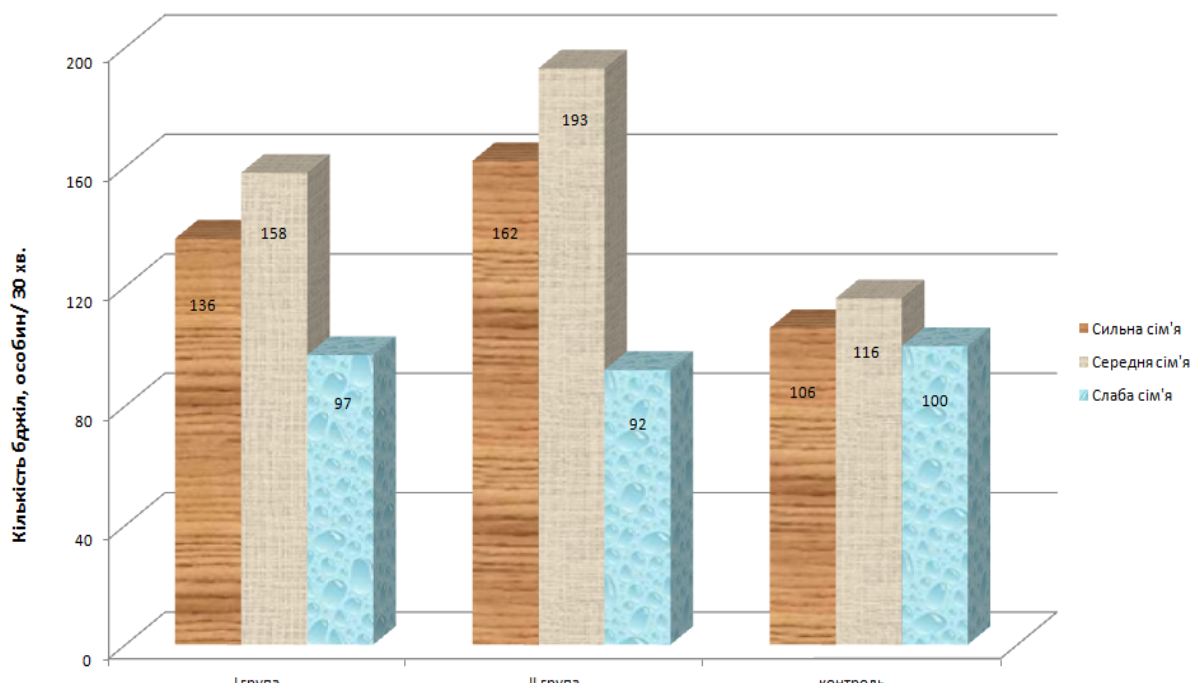
Під час вивчення поведінки бджіл-збиральниць білкового корму дослідження проводили в природних умовах та в обмеженому просторі на індивідуально мічених бджолах. Для досліджень використовували спостережні вулики силою 0,75–2 вулички в перерахунку на рамку розміром 435х300 мм. Бджолині сім'ї в спостережних вуликах мали маток, вирощували розплід та збирали корм. Джерелом білкового корму в природних умовах був пилок рослин, які цвіли на час досліджень, а в умовах обмеженого простору – сухе, розмелене до борошноподібного стану, обніжжя. За візуального спостереження відмічали часові та кількісні характеристики параметрів поведінки: тривалість збору обніжжя й кількість вильотів за час спостережень. Мічення бджіл проводили індивідуально, коли кожна бджола мала інди-

відуальну мітку, та групою, де всі бджоли мали подібні мітки. За мічення льотних бджіл, які повертались до спостережного вулика з обніжжям, їх відловлювали екстаустером, охолоджували до стану оціпеніння в морозильній камері за температури -7 °С упродовж 10–15 хвилин і наносили індивідуальні паперові мітки на спинну частину грудей бджіл.

Результати дослідження та обговорення.

У всіх групах проводили облік льотної активності бджіл зі збору квіткового пилку в час посиленої діяльності бджіл з 9 до 12 години. Облік росту бджолиних сімей та запаси перги проводили через кожні 12 діб, враховуючи кількість запечатаного розплоду і кількість квадратів перги на стільниках (сотень комірок). Для проведення обліку використовували рамку-сітку (розмір квадрата 5х5 см), яка містить 100 бджолиних комірок.

Порівнюючи результати обліків сімей дослідних і контрольної груп, зробили висновки, що найвища льотна активність бджіл упродовж досліду спостерігалась у сім'ях II дослідної групи, де пилковловлювачі вмикали за схемою: три доби ввімкненими, три – вимкненими. Особливо активними зі збору квітового пилку були середні за силою бджолині сім'ї (рис. 1).



I група - пилковловлювачі ввімкнені постійно

II група - пилковловлювачі працюють за схемою 3 доби ввімкн. / 3 доби вимкн.

Рис. 1. Льотна активність бджіл за квітковим пилком.

Льотна активність у них порівняно з контролем збільшилася вдвічі. Відбір бджолиного обніжжя вплинув і на льотну активність бджолиних сімей I групи, яка збільшилася в 1,6 раза проти контролю.

Вивчаючи вплив відбору пилку на ріст бджолиних сімей та на запаси перги в стільниках слід відмітити, що кількість запечатаного розплоду в I дослідній групі бджолиних сімей, де був постійний упродовж дослідження відбір бджолиного обніжжя, зменшилась на 36 сотень комірок у сильній бджолиній сім'ї, на 18,5 – у середній сім'ї і на 60 – у слабкій, порівнюючи з контролем. Аналізуючи результати досліджень, можна дійти висновку, що відбір бджолиного обніжжя пилковловлювачами зменшує вирощування розплоду бджолиними сім'ями, однак не спричиняє їх значне ослаблення, крім слабких сімей. Запаси перги зменшились: у сильній сім'ї – на 17,4 квадратів, у середній – на 8,5 і в слабкій – на 22,5 квадратів.

У II групі дослідних сімей, де пилковловлювачі працювали за схемою 3 доби ввімкнені, 3 – вимкнені, навпаки, помітне збільшення кількості закритого розплоду: в сильних сім'ях – на 26,5 квадратів, у середніх – на 76 квадратів порівняно з контролем. Запаси перги в сім'ях II групи збільшилися лише у середній сім'ї – на 15,5 квадратів (рис. 2).

Отже, відбір бджолиного обніжжя пилковловлювачами від бджолиних сімей за однаковий період проведення дослідження, порівнюючи з бджолиними сім'ями контрольної групи, збільшує льотну активність зі збору квіткового пилку. Враховуючи, що більшу частину принесеного через пилковловлювач бджолами обніжжя одразу використовували для приготування корму личинкам, запаси перги і кількість запечатаного розплоду в бджолиних сім'ях зменшились, однак не настільки, щоб вплинути на стан бджолиних сімей порівняно з бджолиними сім'ями контрольної групи. Лише в II групі бджолиних сімей, де пилковловлювачі працювали за схемою три доби ввімкнені, три – вимкнені, кількість запечатаного розплоду та запасів перги збільшилися.

Бджолине обніжжя з пилковловлювачів забирали щодоби і зважували. У I групі бджолиних сімей, де пилковловлювачі були ввімкнені упродовж усього дослідження, від сильної сім'ї було зібрано 2,3 кг (50 – 350 г за добу), середньої – 1,3 кг (13 – 206 г за добу), від слабкої – 1,1 кг (13 – 205 г за добу). У II групі сімей, де пилковловлювачі працювали за схемою 3 доби ввімкнені, 3 – вимкнені, від сильної сім'ї зібрали 1,4 кг бджолиного обніжжя (27 – 197 г за добу), що на 39,1 % менше кількості обніжжя, відібраного від сильної сім'ї I групи; від серед-

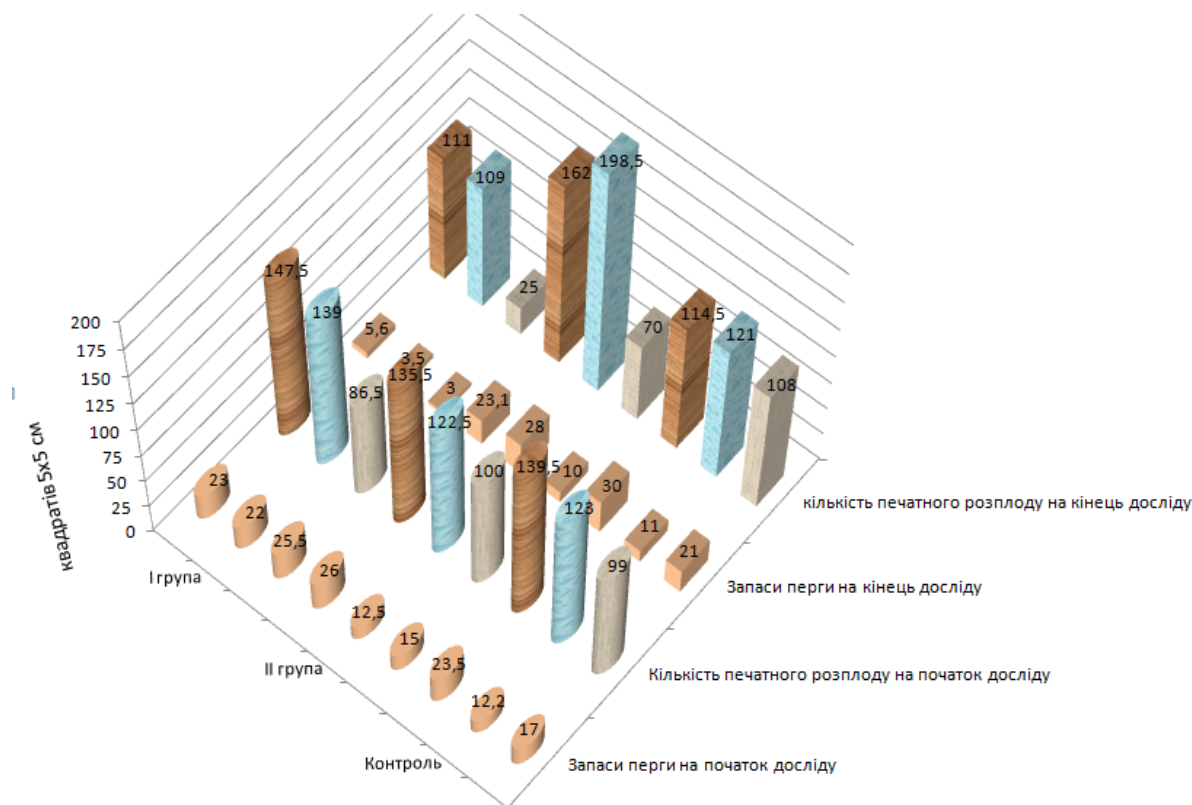


Рис. 2. Кількість печатного розплоду і запасів перги.

ньої сім'ї II групи зібрали 1,1 кг (24 – 179 г за добу), що на 15 % менше кількості бджолиного обніжжя, відібраного від середньої сім'ї I групи; від слабкої бджолиної сім'ї II групи – 0,3 кг (10 – 120 г за добу), що на 73 % менше кількості обніжжя, відібраного від слабкої бджолиної сім'ї I групи (рис. 3).

Показники льотної активності бджіл-збиральниць квіткового пилку, кількості вирощеного розплоду та запасів перги в II дослідній групі, де пилковловлювачі працювали за схемою 3 доби ввімкнені, 3 – вимкнені, вищі проти аналогічних показників I дослідної групи. Отже, слід врахувати таку схему роботи пилковловлювачів і рекомендувати її для заготівлі бджолиного обніжжя.

На цій біологічній основі застосуванням пилковловлювачів можна досягти збільшення льотної активності бджіл-збиральниць квіткового пилку.

Під час дослідження було вивчено масу обніжжя, яке приносять бджоли сильних бджолиних сімей у різний час доби, та масу обніжжя, яке відбирають пилковловлювачем (табл.1).

Маса обніжжя, яке бджоли приносять у денні години, більша від ранкової в середньому на 1,2 мг. Маса обніжжя з пилковловлювача виявилася в середньому більшою від маси обніжжя, відібраного з ніжок бджоли, як у ранкові, так і денні години в середньому на 2,87 та 1,62 мг відповідно. Різниця між середньою масою обніжжя, що відбирає пилковловлювач у ранкові та денні години доби, незначна (0,5 мг). Спостерігаючи за бджолами, які проходять через пилковловлювач, помічено, що обніжжя невеликих розмірів (до 5 мг) бджоли проносять у вулик, обережно проходячи через отвори решітки. Отже, ефективність роботи пилковловлювача також залежить від розміру обніжжя, яке приносять бджоли в ці періоди його роботи.

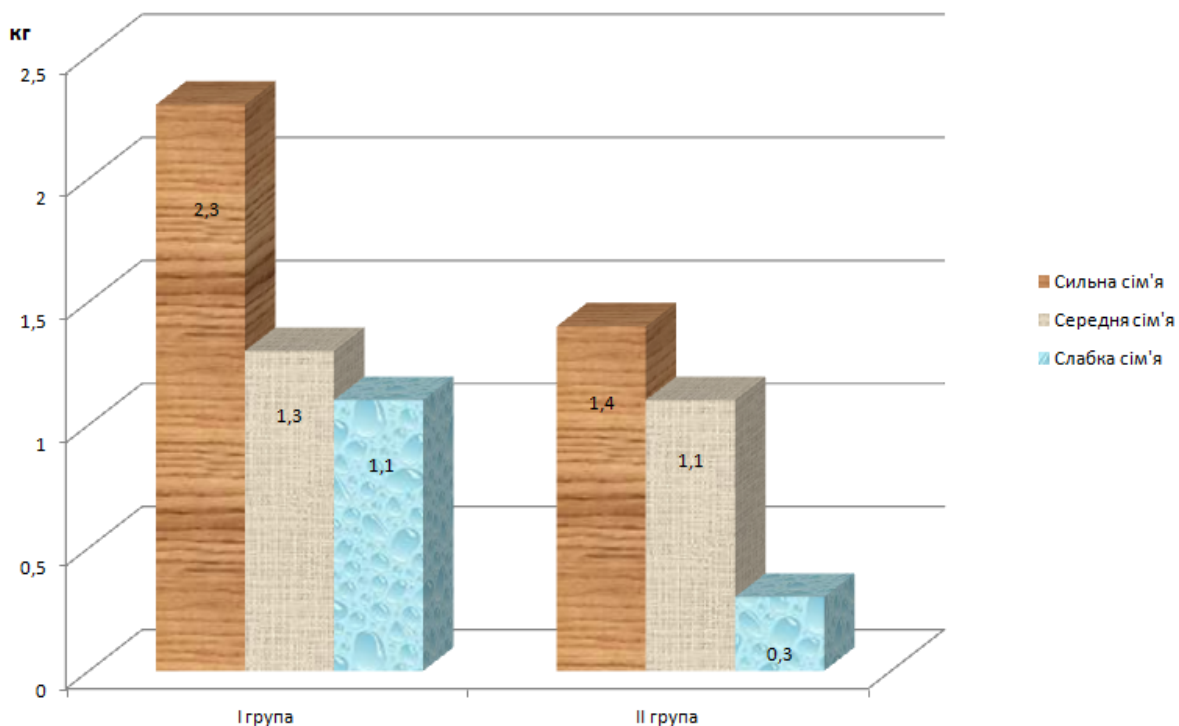


Рис. 3. Кількість бджолиного обніжжя за групами бджолиних сімей.

Таблиця 1 – Маса обніжжя, відібраного з ніжок бджіл та з пилковловлювача

Показники	Маса відібраного обніжжя, мг			
	З ніжок бджіл		З льотка пилковловлювача	
	10:00	15:00	10:00	15:00
n	200	200	200	200
Min-max	2,5- 12,5	2,9-14,6	4,8-20,6	2,5-16,2
Mean±S.E.	5,2±0,17	6,4±0,17	8,07±0,18	8,02±0,17

Бджоли-збиральниці білкового корму різняться також активністю збору обніжжя. Дослідження льотно-збиральної поведінки бджіл зі збору білкового корму було проведено в природних умовах і в умовах обмеженого простору (табл. 2).

Таблиця 2 – Витрати часу на збір обніжжя

Показники	Час, витрачений на збір обніжжя, хв	
	В природних умовах	В обмеженому просторі
n	45	107
Min-max	7 – 62	1,3 – 15,6
Mean±S.E.	38,3 ± 1,98	4,8 ± 0,26
S. D.	13,3	2,7

Різниця в часі, витраченому на збір обніжжя в природних умовах і обмеженому просторі, досить значна – $d_{abc} = 33,5$ хв. Це зумовлено тим, що в природних умовах бджолі до джерела їжі доводиться інколи літати за декілька кілометрів від вулика і за збору обніжжя відвідувати багато квітів, перелітаючи з однієї на іншу. В обмеженому просторі (експериментальні умови) годівниця з кормом знаходилась поруч, і корм був легкодоступним (сухе обніжжя, розмелене до борошноподібного стану).

Бджоли швидше формують обніжжя, коли частинки пилку в годівниці дуже дрібні та сухі. Через певний час, у зв'язку зі своєю природною гігроскопічністю, він стає вологішим, а частинки пилку крупнішими, оскільки дрібні забираються бджолами насамперед, а, отже, час на формування обніжжя збільшується порівняно з початковим.

Є бджоли, які зробивши декілька вильотів на годівницю: 1–2 в природних умовах і 3–6 в умовах обмеженого простору, залишаються у вулику, інші працюють значно довше, роблячи 4–5 і 13–16 вильотів відповідно. Збиральниці можуть на деякий час припиняти роботу, займаючись якоюсь вуликовою діяльністю, а потім знову роблять вильоти.

Збиральниці білкового корму в природних умовах можуть здійснити за день 7–10 вильотів залежно від їх індивідуальних особливостей та умов збору корму, в обмеженому просторі – до 25 вильотів. Зафіксовано випадок, коли бджола працювала без відпочинку понад 5 годин і здійснила за цей час приблизно 34 вильоти.

Спостерігаючи за роботою бджіл в обмеженому просторі, досліджено параметри збору обніжжя на годівниці. Формуючи обніжжя, бджола робить посадки на годівницю, щоб набрати на себе пилку, і злітає в повітря, формуючи обніжжя. Дані спостережень наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Формування обніжжя на годівниці в умовах обмеженого простору

Показники	Набирання пилку в годівниці, с	Формування обніжжя в повітрі, с
n	269	257
Min-max	1 – 8	1 – 60
Mean±S.E.	2,3 ± 0,07	5,9 ± 0,26
S. D.	1,2	4,8

Формування обніжжя в повітрі зазвичай триває довше, ніж бджола набирає на себе пилку у годівниці. Різниця середніх значень становить $d_{abc} = 2,5$ с. Щоб набрати обніжжя, бджолі доводиться робити від 11 до 38 посадок на годівницю і зльотів у повітря, в середньому 17,8 разів. Маса однієї кульки обніжжя в середньому становила 6,96 мг. Найменша вага обніжжя була 2 мг, найбільша – 13 мг, а в середньому бджола приносила до вулика 14 мг обніжжя за один виліт.

Отже, бджоли-збиральниці білкового корму мають індивідуальні особливості збору обніжжя, які полягають у різниці витраченого часу на збір обніжжя, характері збору корму та активності вильотів за кормом.

Висновки. 1. Відбір обніжжя пилковловлювачами від бджолиних сімей збільшує льотну активність зі збору квіткового пилку. Збільшення льотної активності об'єднує виконання двох важливих завдань практичного бджільництва: отримання більшої кількості бджолиного обніжжя на пасіках та запилення додаткового числа квіток ентомофільних рослин.

2. Для отримання товарного бджолиного обніжжя на пасіці слід утримувати сильні сім'ї, а відбір проводити у ранні та денні години, оскільки в цей час спостерігається найбільший його збір бджолами, і маса обніжжя, яке бджоли приносять у денні години, більша від ранкової.

3. Бджоли-збиральниці білкового корму мають індивідуальні особливості збору обніжжя, які проявляються в різниці витраченого часу на збір обніжжя, характері збору корму і активності вильотів за кормом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Москалюк І.В., Сакун М.М., Хамід К.О. Аналіз стану галузі бджільництва України, особливості організації охорони праці та удосконалення правил безпеки з бджолами. Science Rise. 2018. 4. С. 10–13. Doi: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2018.129317>
2. Ковальський Ю.В., Ковальська Л.Н. Особенности разведения карпатских пчел. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2016. 18 (1-3 (65)). С. 60–64.
3. Kryvda M. Development of apiculture in the Zhytomyr region. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Med-

icine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences. 2018. 20(83). P. 208–211. Doi:<https://doi.org/10.15421/nvlvet8340>

4. Brodschneider R., Crailsheim, K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 2011. 41. P. 278–294. Doi:<https://doi.org/10.1051/apido/2010012>

5. Vasquez A., Olofsson T. The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of Apicultural Research – J APICULT RES*. 2009. 48. P. 189–195. Doi:<https://doi.org/10.3896/IBRA.1.48.3.07>.

6. Salazar-González C., Díaz-Moreno C. The nutritional and bioactive aptitude of bee pollen for a solid-state fermentation process. *Journal of Apicultural Research*. 2016. 55:2. P. 161–175. Doi:<https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1205824>

7. Pollen composition and standardisation of analytical methods/ M.D. Campos et al. *Journal of Apicultural Research*. 47. P. 154–161. Doi:<https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101443>

8. Mărgăoan R., Cornea-Cipcigan M., Topal E., Kösoğlu M. Impact of Fermentation Processes on the Bioactive Profile and Health-Promoting Properties of Bee Bread, Mead and Honey Vinegar. *Processes*. 2020. 8. 1081 p. Doi:<https://doi.org/10.3390/pr8091081>.

9. Nicolson S. Bee Food: The Chemistry and Nutritional Value of Nectar, Pollen and Mixtures of the Two. *African Zoology*. 2011. 46. P. 197–204. Doi:<https://doi.org/10.3377/004.046.0201>.

10. Mohammad S.M., Zawawi N., Nor-Khaizura M.A.R. Stingless Bee-Collected Pollen (Bee Bread): Chemical and Microbiology Properties and Health Benefits. *Molecules*. 2021. 26. 957 p. Doi:<https://doi.org/10.3390/molecules26040957>.

11. Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review/ M. Kieliszek et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2018. 71. P. 170–180. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.021>.

12. Brood-Rearing Enhancing Potential of Manually Packed Pollen Feeding in Comparison with Pollen and Pollen Supplements in Patty Forms/ N. Adgaba et al. *Journal of Apicultural Science*. 2020. 64. 1. Doi:<https://doi.org/10.2478/JAS-2020-0023>.

13. Requier F., Jowanowitsch K., Kallnik K., Steffan-De-wenter I. Limitation of complementary resources affects colony growth, foraging behavior, and reproduction in bumble bees. *Ecology*. 2019. 101 p. Doi:<https://doi.org/10.1002/ecy.2946>.

14. The omics approach to bee nutritional landscape/ P. Chakrabarti Basu et al. *Metabolomics*. 2019. 15. 127 p. Doi:<https://doi.org/10.1007/s11306-019-1590-6>.

15. Martseniuk N., Adamchuk L., Akulonok O. Flight activity of bee colonies at Acer spp. bee pollen collection. *The Animal Biology*. 2020. 22. P. 36–40. Doi:<https://doi.org/10.15407/animbiol22.01.036>.

16. Baird E., Tichit P., Guiraud M. The neuroecology of bee flight behaviours. *Current Opinion in Insect Science*. 2020. 42 p. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.07.005>.

17. Honeybee lifespan: the critical role of pre-foraging stage/ A. Prado et al. *Royal Society Open Science*. 2020. 7. 200998. Doi:<https://doi.org/10.1098/rsos.200998>.

18. Mischenko O., Lytvynenko O., Afara K., Kryvoruchko D. Influence of nest structure and age of the bee queen on preparation of protein feed by bees. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2020. 98. P. 27–32. Doi:<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202010-04>.

19. Ranking pollen from bee plants according to their protein contribution to honey bees/ V. Liolios et al. *Journal of Apicultural Research*. 2016. 54. P. 1–11. Doi:<https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1173353>.

20. Бородачев А.В., Бурмистров А.Н., Касьянов А.И. Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве. Рыбное, НИИП, 2006. С. 4–11.

REFERENCES

1. Moskalyuk, I.V., Sakun, M.M., Hamid, K.O. (2018). Analiz stanu galuzi bdzhil'nyctva Ukrainy, osoblyvosti organizacii ohorony praci ta udoskonalennja pravyl bezpeky z bdzholamy [Analysis of the state of the beekeeping industry of Ukraine, features of the organization of labor protection and improvement of safety rules with bees]. *Science Rise*. 4, pp. 10–13. Available at: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2018.129317>

2. Koval'skij, Yu.V., Koval'skaya, L.N. (2016). Osobenosti razvedeniya karpatskih pchel [Features of breeding Carpathian bees]. *Naukovyj visnyk L'viv'skogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotekhnologij imeni S.Z. G'zhyc'kogo* [Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhyskyi]. 18 (1-3 (65), pp. 60–64.

3. Kryvda, M. (2018). Development of apiculture in the Zhytomyr region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*. 20(83), pp. 208–211. Available at: <https://doi.org/10.15421/nvlvet8340>

4. Brodschneider, R., Crailsheim, K. (2011). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 41, pp. 278–294. Available at: <https://doi.org/10.1051/apido/2010012>

5. Vasquez, A., Olofsson, T. (2009). The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of Apicultural Research – J APICULT RES*. 48. pp. 189–195. Available at: <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.48.3.07>.

6. Salazar-González C., Díaz-Moreno C. (2016) The nutritional and bioactive aptitude of bee pollen for a solid-state fermentation process. *Journal of Apicultural Research*. 55:2, pp. 161–175. Available at: <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1205824>

7. Campos, M.D., Bogdanov, S., Almeida-Muradian, L.B., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., Ferreira, F. (2008). Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research*. 47, pp. 154 – 161. Available at:<https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101443>

8. Mărgăoan, R., Cornea-Cipcigan, M., Topal, E., Kösoğlu, M. (2020). Impact of Fermentation Processes on the Bioactive Profile and Health-Promoting Properties of Bee Bread, Mead and Honey Vinegar. *Processes*. 8, 1081 p. Available at:<https://doi.org/10.3390/pr8091081>.

9. Nicolson, S. (2011). Bee Food: The Chemistry and Nutritional Value of Nectar, Pollen and Mixtures of the Two. *African Zoology*. 46, pp. 197–204. Available at: <https://doi.org/10.3377/004.046.0201>.

10. Mohammad, S. M., Zawawi, N., Nor-Khaizura, M.A.R. (2021). Stingless Bee-Collected Pollen (Bee Bread): Chemical and Microbiology Properties and Health Benefits. *Molecules*. 26, 957 p. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules26040957>.

11. Kieliszek, M., Piwowarek, K., Kot, A., Błażej, S., Chlebowska-Śmigiel, A., Wolska, I. (2018). Pollen and bee

bread as new health-oriented products: A review. Trends in Food Science & Technology. 71, pp. 170–180. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.021>.

12. Adgaba, N., Al-Ghamdi, A., Tadesse, Y., Eldin, S., Mohammed, A., Alattal, Y. (2020). Brood-Rearing Enhancing Potential of Manually Packed Pollen Feeding in Comparison with Pollen and Pollen Supplements in Patty Forms. Journal of Apicultural Science. 64, 1. Available at: <https://doi.org/10.2478/JAS-2020-0023>.

13. Requier, F., Jowanowitsch, K., Kallnik, K., Stefan-Dewenter, I. (2019). Limitation of complementary resources affects colony growth, foraging behavior, and reproduction in bumble bees. Ecology. 101. Available at: <https://doi.org/10.1002/ecy.2946>.

14. Chakrabarti B., Priyadarshini M., Jeffery L., Hannah M., Claudia Sagili, R. (2019). The omics approach to bee nutritional landscape. Metabolomics. 15, 127 p. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11306-019-1590-6>.

15. Martseniuk, N., Adamchuk, L., Akulonok, O. (2020). Flight activity of bee colonies at Acer spp. bee pollen collection. The Animal Biology. 22, pp. 36–40. Available at: <https://doi.org/10.15407/animbiol22.01.036>.

16. Baird, E., Tichit, P., Guiraud, M. (2020). The neuroecology of bee flight behaviours. Current Opinion in Insect Science. 42. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.07.005>.

17. Prado, A., Requier, F., Crauser, Didier Le Conte., Yves B., Vincent & Alaux, C. (2020). Honeybee lifespan: the critical role of pre-foraging stage. Royal Society Open Science. 7, 200998. [10.1098/rsos.200998](https://doi.org/10.1098/rsos.200998).

18. Mischenko, O. & Lytvynenko, O. & Afara, K. & Kryvoruchko, D. (2020). Influence of nest structure and age of the bee queen on preparation of protein feed by bees. Visnyk agrarnoi nauky. 98, pp. 27–32. Available at: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202010-04>.

19. Liolios, V., Tananaki, C., Dimou, M., Kanelis, D., Goras, G., Karazafiris, E., Thrasyvoulou, A. (2016). Ranking pollen from bee plants according to their protein contribution to honey bees. Journal of Apicultural Research. 54, pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1173353>.

20. Borodachev, A.V., Burmistrov, A.N., Kas'yanov, A.I. (2006). Metody provedeniya nauchno-issledovatel'skikh rabot v pchelovodstve. Ryboe, NIIP, pp. 4–11.

Влияние отбора пчелиной обножки пыльцеуловителем на летную активность и поведение пчел-сборщиц цветочной пыльцы

Мищенко А.А., Литвиненко О.Н., Афара К.Д., Криворучко Д.И.

От уровня обеспечения пчелиных семей белковым кормом зависит возможность проявления потенциала их производительности. В связи с этим изучение поведения пчел, которое связано с заготовкой и переработкой белкового корма, имеет важное значение как в биологии, так и в практическом пчеловодстве.

В работе приведены данные экспериментальных исследований влияния отбора пчелиной обножки на летную активность пчел. Проведено исследование по изучению этологических особенностей пчел, которые способствуют увеличению сбора, заготовки и переработки белкового корма. Для этого проведено исследование по выяснению причин, побуждающих пчел к увеличению сбора белкового корма – пчелиной обножки и запасаания его в гнезде медоносной пчелы в виде перги.

На опытных и контрольных пчелиных семьях-аналогах были исследованы факторы, влияющие на увеличение сбора пчелами белкового корма.

Установлено, что особенно активными по сбору пчелиной обножки были средние по силе пчелиные семьи. Отбор пчелиной обножки пыльцеуловителем уменьшает выращивание расплода пчелиными семьями, но не приводит к их значительному ослаблению. При увеличении площади открытого расплода, увеличивается сбор пчелами пыльцы. С целью получения товарной пчелиной обножки на пасеке следует удерживать сильные пчелиные семьи. Пчелы-сборщицы белкового корма обладают индивидуальными особенностями сбора обножки.

При удалении расплода из гнезда активность пчел, которые вылетали за взятком, падала. При добавлении открытого расплода активность возрастала. Наоборот, при скармливании пчелам обножки собирательная активность снижается, а дача углеводов не оказывает влияния.

Отбор обножки пыльцеуловителями от пчелиных семей увеличивает летную активность, что приводит к получению большего количества пчелиной обножки на пасеках и запыленности дополнительного числа энтомофильных растений. С целью получения товарной пчелиной обножки на пасеке следует удерживать сильные пчелиные семьи, а отбор проводить в утренние и дневные часы.

Ключевые слова: пчелиная семья, украинская степная порода, цветочная пыльца, обножка, перга, пыльцеуловители, расплод, собирательная активность пчел.

The influence of the removal bee pollen with the pollen catcher on the flight activity and behaviour of the bees-pollen collectors

Mishchenko O., Lytvynenko O., Afara K., Kryvoruchko D.

The possibility of demonstration of the productivity potential of the bee families depends directly on the level of provision of protein feed. In this regard, the study of the bees behavior that is connected to harvesting and processing of protein food is important for both biology and practical beekeeping.

The presented work provides some data of experimental studies of the influence of the removal of the bee pollen on the flight activity of bees. The study of the ethological features that enhance the increase of collection, harvesting and processing of the protein feed was conducted. With this purpose the studies were conducted to elucidate the factors that induce collection of the protein feed -bee pollen by bees and its harvesting in the nest of the bee family in the form of the bee bread.

The factors that influence the increase of the collection of the protein feed by bees were researched on experimental and control bee families- analogues.

Throughout the studies it was identified that the bees with medium strength were the most active in collecting the pollen. The removal of the bee pollen with pollen catchers decreases the raising of brood by bee families, but doesn't result in their significant weakening. With the enlargement of the area of the open brood the collection of the pollen by bees increases. In order to obtain the saleable bee pollen the strong bee families should be kept on the apiary. The bees-collectors of the protein feed have the individual features of collecting the bee pollen. With the removal of the

brood from the nest the activity the bees that flew out decreased. When adding the open brood the activity increased. On the contrary, with supply of the bee pollen to the nest, the pollen collecting activity decreases and adding the carbohydrates has no effect.

The removal of the bee pollen with the pollen catcher from the bee families increases the flight activity which in

turn leads to obtaining more bee pollen on the apiaries and pollination of additional quantity of entomophilous plants. In order to obtain the saleable bee pollen the strong families should be kept on the apiary and the removal should be conducted in the morning and day hours.

Key words: bee family, Ukrainian steppe breed, pollen, bee pollen, bee bread, pollen catcher, flight activity of bees.



Copyright: Міщенко О.А., Литвиненко О.М., Афара К.Д., Криворучко Д.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.



Міщенко О.А.

ID <https://orcid.org/0000-0001-9970-8540>

Литвиненко О.М.

ID <https://orcid.org/0000-0001-6643-2285>

Криворучко Д.І.

ID <https://orcid.org/0000-0003-1788-6090>

УДК 636.4.084.1/087.8

Вплив згодовування змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану та Кобальту на продуктивність корів, перетравність кормів та обмін нітрогену в останній період лактації

Кропивка Ю.Г.¹, Бомко В.С.², Бабенко С.П.²

¹ Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького

² Білоцерківський національний аграрний університет

✉ godivlya@ukr.net



Кропивка Ю.Г., Бомко В.С., Бабенко С.П.
Вплив згодовування змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану та Кобальту на продуктивність корів, перетравність кормів та обмін нітрогену в останній період лактації. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 34–41.

Kropyvka Ju.G., Bomko V.S., Babenko S.P.
Vplyv zgodovuvannya zmishanoligandnykh kompleksiv Cynku, Manganu ta Kobal'tu na produktyvnist' koriv, peretravnist' kormiv ta obmin nitroгену v ostannij period laktacii'. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytstva i pererobky produkciі tvarynnystva», 2021. № 1. PP. 34–41.

Рукопис отримано: 23.02.2021 р.

Прийнято: 09.03.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-34-41

Ефективність використання змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту в складі раціонів високопродуктивних корів в останній період лактації та їх вплив на продуктивність, перетравність поживних речовин і обмін Нітрогену в їх організмі вивчали в науково-господарському досліді, який було проведено в ВАТ «Терезине» Білоцерківського району Київської області, де за принципом аналогів відібрали п'ять груп високопродуктивних корів голштинської, української червоно-рябої та української чорно-рябої молочних порід.

Різниця в годівлі корів між групами полягала в тому, що для контрольної групи із мікроелементів до норми балансували лише Селен, Купрум та Іод. Коровам 2- і 3-ї дослідних груп до норми доводили всі мікроелементи (для 2-ї дослідної групи завдяки сульфатам Цинку, Мангану, Кобальту, Купруму, Суплексу Селену та іодиту Калію, для 3-ї – замість сульфатів Цинку, Мангану і Кобальту вводили їх змішанолігандні комплекси). Для корів 4-ї дослідної групи концентрацію Цинку, Мангану і Кобальту в 1 кг СР кормосуміші було зменшено на 11 % порівняно з 3-ю групою, а для 5-ї – на 22 % менше, ніж у 3-й групі.

Результати проведених досліджень свідчать, що застосування в годівлі корів різних доз змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану, Кобальту з використанням Суплексу Селену і сульфату Купруму та іодиту Калію в останні 100 днів лактації неоднаково вплинуло на молочну продуктивність. Якщо від кожної корови контрольної групи в останній період лактації було надосно 2220 кг молока, то від корів 2–5-ї дослідних груп – на 40–120 кг більше. Різниця у середньодобових надоях молока 4 % жирності становила 0,5–1,91 кг, і була достовірною ($p < 0,001$).

За результатами балансового досліді тварини дослідних груп краще перетравлювали поживні речовини кормів та засвоювали Нітроген. Так, у корів 2-, 3-, 4- і 5-ї дослідних груп Нітрогену відклалося в тілі більше на 2,1, 4,1, 7,3 і 12,8 г відповідно ($p < 0,05$) порівняно з тваринами контрольної групи, і сприяло підвищенню молочної продуктивності та зменшенню потреби в цих елементах.

Використання змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту сприяє підвищенню молочної продуктивності, зменшенню витрат кормів на 1 кг продукції та зменшує потребу в цих елементах. Найкращі результати продуктивності отримано в 5-й дослідній групі, тваринам якої згодовували кормосуміш, що містила в 1 кг СР, мг: Цинку – 35, Мангану – 35; Кобальту – 0,4; Селену – 0,3; Купруму – 9 і Іоду – 0,8.

Ключові слова: корови, Цинк, Манган, Кобальт, Купрум, Суплекс Селену, іодит Калію, змішанолігандні комплекси, баланс Нітрогену.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. З метою збільшення обсягів виробництва продукції тваринництва в Україні проводять подальшу роботу зі створення нових високопродуктивних порід, типів і ліній тварин. Заразом удосконалюють норми їх годівлі, оскільки організація повноцінної годівлі – одне з найважливіших завдань у реалізації генетичного потенціалу тварин. Вирішальним чинником повноцінної годівлі є її рівень, який визначається кількістю енергії, протеїну, незамінних амінокислот, жирів, вуглеводів та широким спектром біологічно активних речовин, які мають надходити до організму з кормами в оптимальних співвідношеннях [1, 4, 8].

На території України знаходиться низка геохімічних зон, для яких є характерною нестача тих чи інших мікроелементів у ґрунтах, кормах, а також раціонах тварин. Нестача мікроелементів у раціонах призводить до порушення обміну речовин в організмі тварин, зниження їх продуктивності, якості продукції, імунітету до різних захворювань. Для поповнення раціонів тварин дефіцитними мікроелементами застосовують різноманітні неорганічні сполуки у вигляді сульфатів, хлоридів та оксидів мікроелементів як у чистому вигляді, так і у складі преміксів [2, 3, 6].

Неорганічні форми мікроелементів набагато гірше засвоюються і використовуються тваринами у зв'язку з тим, що тварини природно адаптовані до засвоєння органічних хелатних форм мінералів з рослинних кормів. Низька засвоюваність неорганічних форм мікроелементів підвищує ризик забруднення навколишнього середовища важкими металами, оскільки вони більшою мірою виділяються з організму, ніж всмоктуються ним. Крім того, солі мікроелементів не завжди безпечні для здоров'я тварин і мають низьку біологічну доступність [9, 10, 11].

Підвищують біологічну доступність мікроелементів їх комплексні сполуки з амінокислотами, вітамінами та іншими органічними речовинами, так званими лігандами. Взаємодія йонів металів з лігандами полягає в їх координації, здебільшого ліганди зв'язуються з йонами мікроелементів через аміно- та карбоксильні групи [5, 7]. Мікроелементи хелатного комплексу, який складається з металів та лігандів, мають високу біологічну активність та засвоюваність (60–95 %). Завдяки поступовому розриву хелатних зв'язків препарати проявляють пролонговану дію. За відщеплення мікроелементів ліганди ефективно використовуються організмом. Це дає змогу зменшувати дози мікроелементів у 4–5 разів, а також по-

зитивно вирішувати екологічні та економічні проблеми. Впровадження цих препаратів у годівлю тварин дає змогу уникнути забруднення навколишнього середовища важкими металами. Отже, дія життєво необхідних елементів в організмі тварин залежить не лише від їх кількості, а й від форми, в якій вони знаходяться [12, 13, 14, 15].

Метою дослідження було вивчення ефективності згодовування високопродуктивним коровам в останні 100 діб лактації різних рівнів і джерел Цинку, Мангану і Кобальту, та встановлення їх впливу на молочну продуктивність, перетравність кормів і баланс Нітрогену.

Матеріал і методи дослідження. Для дослідів в БАТ «Терезине» Білоцерківського району Київської області за принципом аналогів відібрали п'ять груп високопродуктивних корів голштинської, української червоно-рябої та української чорно-рябої молочних порід.

Дослідних корів годували однаковими раціонами. Різниця полягала лише в тому, що в дослідний період коровам контрольної групи згодовували премікс, у складі якого знаходились селеніт Натрію, сульфат Купруму та іодит Калію за дефіциту Цинку, Мангану і Кобальту, коровам 2-ї дослідної групи дефіцит зазначених вище мікроелементів покривали через їх сульфатні солі та Суплекс Селену, коровам інших 3-х дослідних груп дефіцит Цинку, Мангану і Кобальту покривали різними дозами їх змішанолігандних комплексів.

Схему дослідів наведено в таблиці 1.

Використання в раціонах дослідних корів різних рівнів та форм Цинку, Мангану і Кобальту дещо вплинуло на молочну продуктивність корів. Продуктивність корів в останні 100 діб лактації наведено в таблиці 2.

Якщо від кожної корови контрольної групи за останні 100 діб лактації було надано 2220 кг натурального молока, то від корів 2–5-ї дослідних груп – на 40–120 кг більше. Різниця у середньодобових надоях молока 4 % жирності становила 0,5–1,91 кг, і була достовірною ($p < 0,001$). Водночас, чим нижчі добавки Цинку, Мангану і Кобальту у формі змішанолігандних комплексів у раціоні, тим вищі надой отримали від дослідних корів. У молоці цих корів також наприкінці лактації відмічали збільшення вмісту жиру на 0,02–0,13 % та білка до 3,33–3,35 %. Найвищою продуктивністю була в 5-й дослідній групі.

Витрати кормів на 1 кг молока в контрольній групі становили 8,85 МДж ОЕ, тимчасом у 2-й дослідній вони були на рівні 8,81 МДж ОЕ, а 5-й – 8,52 МДж ОЕ.

Таблиця 1 – Схема науково-господарського дослідження

Групи	К-ть гол.	Добавки мікроелементів
Контрольна	9	КС +селеніт Натрію + сульфат Купруму та іодит Калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку – 30; Мангану – 35; Кобальту – 0,3; Селену – 0,3; Купруму – 9 та Іоду – 0,8.
II дослідна	9	КС + сульфати Цинку, Мангану, Кобальту, Купруму + Суплекс Селену та іодит Калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку – 50; Мангану – 50; Кобальту – 0,7; Селену – 0,3; Купруму – 9 та Іоду – 0,8.
III дослідна	9	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Селену + сульфат Купруму та іодит Калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку – 45; Мангану – 45; Кобальту – 0,6; Селену – 0,3; Купруму – 9 та Іоду – 0,8.
IV дослідна	9	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту (на 11 % менше, ніж у 3-й групі) + Суплекс Селену + сульфат Купруму та іодит Калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку – 40; Мангану – 40; Кобальту – 0,5; Селену – 0,3; Купруму – 9 та Іоду – 0,8.
V дослідна	9	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту (на 22 % менше, ніж у 3-й групі) + Суплекс Селену + сульфат Купруму та іодит Калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку – 35; Мангану – 35; Кобальту – 0,4; Селену – 0,3; Купруму – 9 та Іоду – 0,8.

Таблиця 2 – Молочна продуктивність дослідних корів (n=9; M±m)

Показник	Групи				
	контрольна	дослідні			
		2	3	4	5
Надій молока на 1 корову, кг	2220	2260	2230	2300	2340
Середньодобовий надій натурального молока, кг	22,2	22,6	22,3	23,0	23,4
Вміст жиру в молоці, %	3,82±0,029	3,84±0,038	3,89±0,031	3,91±0,025	3,95±0,037
Валовий надій молока 4 % жирності на 1 корову, кг	2120,0	2170,0	2169,0	2248,0	2311,0
± до контролю, кг	-	+98,7	+126,8	+169,8	+179,2
Середньодобовий надій молока 4 % жирності, кг	21,20±0,132	21,70±0,157*	21,69± 0,122*	22,48± 0,138**	23,11± 0,129***
± до контролю, кг	-	+0,50	+0,49	+1,28	+1,91
У % до контролю	100	102,36	102,31	106,04	109,01
Вміст білка в молоці, %	3,33± 0,042	3,33± 0,051	3,35± 0,036	3,34± 0,043	3,34± 0,059
Витрати кормів на 1 кг натурального молока, МДж ОЕ	8,85	8,81	8,90	8,76	8,52

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

З метою вивчення впливу змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту на перетравність поживних речовин та обмін Нітрогену було проведено балансовий дослід. Результати вивчення перетравності поживних речовин наведено в таблиці 3.

За даними таблиці, зменшення концентрації в 1 кг СР кормосуміші Цинку, Мангану і Кобальту суттєво не вплинули на перетравність поживних речовин, хоча тенденція покращення перетравності зберігалась у дослідних групах з меншими дозами змішанолігандних комплексів.

Таблиця 3 – Коефіцієнти перетравності поживних речовин у дослідних корів (n=3; M±m),%

Показники	Групи				
	контрольна	дослідні			
		2	3	4	5
Суша речовина	74,8±2,42	75,4±3,51	75,8±2,09	76,0±2,22	76,3±2,43
Органічна речовина	75,6±3,09	75,8±2,96	76,3±2,74	76,8±2,12	77,0±2,64
Сирий протеїн	76,0±3,14	76,5±3,02	76,8±3,12	77,2±2,95	77,5±2,26
Сирий жир	65,4±1,89	65,7±1,73	65,9±1,82	66,3±1,48	67,0±1,39
Сира клітковина	58,4±0,54	58,6±0,61	58,9±0,85	59,4±0,79	60,0±0,88
БЕР	85,4±2,40	85,6±1,99	86,0±1,85	86,8±1,94	87,1±0,84

Так, корови дослідних груп краще перетравлювали суху речовину, органічну речовину, сирий протеїн, сирий жир, сиру клітковину і БЕР. Різниця в коефіцієнтах перетравності за сухою речовиною в корів дослідних груп була більшою на 0,6–1,5 %, органічною речовиною – на 0,2–1,4, сирым протеїном – на 0,5–1,5, сирым жиром – на 0,3–1,6, сирією клітковиною – на 0,2–1,6, і БЕР – на 0,2–1,7 % порівняно з контрольними аналогами. Хоча різниця в коефіцієнтах перетравності поживних речовин була статистично не значущою, однак найвищими вони були в 5-й дослідній групі.

За період проведення балансового досліді до організму корів контрольної групи надходило 2065 г сирого протеїну, 2-ї дослідної групи – 2090, 3-ї – 2130, 4-ї – 2114 і 5-ї – 2180 г, відповідно. Середньодобові надої молока за період проведення балансового досліді становили в контрольній групі 18,4 кг з вмістом білка 3,28 %, тимчасом у корів 2-, 3-, 4- і 5-ї дослідних груп – 18,9 і 3,30, 19,3 і 3,31, 19,2 і 3,30 та 19,5 кг молока з вмістом білка 3,32 %, відповідно.

Баланс Нітрогену наведено в таблиці 4.

За даними таблиці 4 згодовування змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту дійним коровам в останній період лактації не мало суттєвого впливу на баланс Нітрогену в їх організмі. У середньому за добу дослідні корови споживали майже однакову кількість Нітрогену. Найменше – 330,4 г корови контрольної групи і найбільше – 348,8 г корови 5-ї дослідної групи. Корови 2-, 3- і 4-ї дослідних груп: 334,4; 340,8 і 338,24 г, відповідно. Перетравлювався Нітроген у корів дослідних груп на рівні 255,82–270,32 г проти 251,1 г у корів контрольної групи. Використання менших доз змішанолігандних комплексів

Цинку, Мангану і Кобальту у раціонах 3-, 4- і 5-ї дослідних груп зменшило виділення Нітрогену з калом, за винятком 3-ї дослідної групи. У корів контрольної групи за добу виділялося з калом 79,3 г Нітрогену, а у корів 2-, 3-, 4- і 5-ї дослідних груп екскреція з калом була на 0,72; 0,23; 2,18 і 0,82 г меншою. Завдяки цьому у дослідних корів порівняно з контролем частка перетравленого Нітрогену зросла на 4,72 г у 2-ї дослідній групі, та на 10,63; 10,02 і 19,22 г – у 3, 4 і 5-й групах відповідно.

Виділення Нітрогену з сечею в корів дослідних груп було меншим, ніж у тварин контрольної групи, за винятком 3-ї групи: на 0,74 г – у 2-й, на 2,29 г – у 4-й і на 0,89 г – у 5-й дослідних групах, а в корів 3-ї дослідної групи його виділилося на 0,65 г більше, що зумовлено більшою кількістю перетравленого Нітрогену. Найкраще використовували Нітроген корови 5-ї дослідної групи.

Краща перетравність та менша екскреція Нітрогену з сечею сприяли збільшенню трансформації його в білок молока корів дослідних груп. Корови 2, 3, 4 і 5-ї дослідних груп виділяли з молоком за добу на 3,36; 5,88; 5,01 і 7,31 г Нітрогену більше, відповідно, що є одним із основних чинників підвищення молочної продуктивності.

Відкладання Нітрогену в тілі було більшим у корів дослідних груп, незважаючи на більш інтенсивне його використання на продукування молока. У корів 2-, 3-, 4- і 5-ї дослідних груп Нітрогену відклалося в тілі більше на 2,1, 4,1, 7,3 і 12,8 г, відповідно, що є статистично значущим ($p < 0.05$) порівняно з тваринами контрольної групи. Так, Нітроген, який відклався в тілі та витрачений організмом на синтез молока в корів дослідних груп був вищим за контроль на 5,46–20,11 г, або 4,25–15,66 %.

Таблиця 4 – Середньодобовий обмін Нітрогену в дослідних корів, г

Показники	контрольна	Групи дослідні			
		2	3	4	5
Спожито Нітрогену з кормами	330,4	334,4	340,8	338,24	348,8
Перетравлено	251,1	255,82	261,73	261,12	270,32
Виділено:					
з калом	79,3	78,58	79,07	77,12	78,48
з сечею	122,69	121,95	123,34	120,4	121,8
з молоком	100,61	103,97	106,49	105,62	107,92
Всього	302,6	304,5	308,9	303,14	308,2
Відкладено у тілі, $M \pm m$	27,8 $\pm$ 0,21	29,9 $\pm$ 0,19	31,9 $\pm$ 0,30*	35,1 $\pm$ 0,28*	40,6 $\pm$ 0,16*
Відкладено у молоці і тілі	128,41	133,87	138,39	140,72	148,52
% до перетравленого	51,14	52,33	52,88	53,89	54,94
% до спожитого	38,87	40,03	40,60	41,60	42,58

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

Спожитий Нітроген до виділеного з молоком та відкладеного в тілі у корів контрольної групи становив 38,87 %, тимчасом у тварин 2-, 3-, 4- і 5-ї дослідних груп – 40,03, 40,60, 41,60 і 42,58 %, відповідно, а щодо його відношення до загальної перетравленої кількості, то частка відкладеного в тілі і виділеного з молоком у тварин контрольної групи становила 51,14 %, а у дослідних – 52,33–54,94 %.

Результати дослідження та обговорення. Повноцінна збалансована годівля високопродуктивних корів та якісні корми є запорукою успішного і рентабельного молочного скотарства.

Як стверджують [2, 8, 10], у кормах часто не вистачає Феруму, Купруму, Цинку, Мангану, Кобальту, Іоду, а в останні роки Селену, які належать до біологічно активних речовин, що впливають на обмінні процеси в організмі тварин.

За даними авторів [1, 2, 5, 6], такі мікроелементи як Цинк, Манган і Кобальт є структурними компонентами багатьох ферментів, вони беруть участь у метаболізмі нуклеїнових кислот, вуглеводів, білків і жирів, а також необхідні для роботи імунної системи, входять до складу багатьох гормонів, впливають на стан шкірного покриву, щільність копитного рогу, сперматогенез, процеси молокоутворення, беруть участь в енергетичному обміні, клітинному диханні, підтримують антиоксидантний статус, регулюють активність розщеплення і всмоктування поживних речовин.

За дефіциту цих мікроелементів [1, 2, 5, 6] у раціонах молочних корів порушуються обмінні процеси, що спричиняє деформацію скелету та параліч у новонароджених телят. Через їх нестачу в кормах знижується здатність до відтворення, що проявляється низькою запліднюваністю, абортми, можливим розсмоктуванням плоду та частими гінекологічними захворюваннями, погіршується засвоєння вітамінів групи В, що негативно впливає на молочну продуктивність та вміст жиру в молоці.

Автори [3, 4, 7, 10, 11, 12,] стверджують, що надходження мікроелементів до тваринного організму у вигляді сульфатних і хлоридних сполук, які у шлунково-кишковому каналі легко трансформуються в гідрооксисистеми, що мають низьку біодоступність, призводить до їх дефіциту. Крім того, мікроелементи в складі комбікормів у формі мінеральних солей мають антагоністичні відносини один з одним. Низька засвоюваність мікроелементів із неорганічних сполук підвищує ризик забруднення навколишнього середовища, оскільки вони більшою мірою виділяються з організму, ніж всмоктуються.

Дослідниками [8, 13, 14, 15] доведено, що органічні форми мікроелементів мають позитивну дію на тваринний організм. Кращі результати отримують за використання комплексних сполук металів з амінокислотами або органічними кислотами (лігандами). У такій формі вони легко адсорбуються в кров'яне русло та проникають через мембрану клітин у місця їх локалізації. Використання хелатних комплексів у годівлі тварин позитивно впливає на підвищення продуктивності, а також вони є більш перспективними з екологічного погляду.

Висновки. 1. Забезпечення дефіциту Цинку, Мангану і Кобальту в раціонах корів змішанолігандними комплексами дає змогу зменшити норми цих мікроелементів, які сприяють покращенню перетравності поживних речовин, а також поліпшують обмін і використання Нітрогену, що позитивно впливає на молочну продуктивність та витрати кормів і сприяє зменшенню виділення важких металів у навколишнє середовище.

2. Найкращі результати продуктивності та найменші витрати кормів на 1 кг продукції отримано в 5-й дослідній групі, тваринам якої згодовували кормосуміш, що містила в 1 кг СР, мг: Цинку – 35; Мангану – 35; Кобальту – 0,4; Селену – 0,3; Купруму – 9 і Іоду – 0,8.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Азаубаева Г.С. Молочная продуктивность коров при разном уровне обменной энергии в рационе. Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2012. № 2. С. 26–36.
2. Бомко В.С., Сметаніна О.В., Кузьменко О.А. Вплив преміксів на основі металохелатів на перетравність поживних речовин високопродуктивних корів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Т. 17. №1. (61). Ч.1. Львів, 2015. С. 17–22.
3. Бомко В.С., Повозников М.Г., Даниленко В.П. Эффективность использования премиксов на основе металлохелатов в кормлении голштинских коров датского происхождения в первые 100 дней лактации. Таврический научный обозреватель. № 5 (10). Ч. 2. 2016. С. 129–136.
4. Воробель М.І., Півторак Я.І. Значення мікроелементів у життєдіяльності тварин. Наук. вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького. 2011. Т. 13. № 4 (50) Ч. 3. С. 54–60.
5. Вплив змішанолігандного комплексу кобальту на його обмін у організмі високопродуктивних корів / О.В. Сметаніна та ін. Ukrainian Journal of Ecology. 7 (4). 2017. С. 559–563.
6. Даниленко В.П., Бомко В.С. Вплив змішанолігандного комплексу Цинку на молочну продуктивність високопродуктивних корів голштинської породи німецької селекції. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Т.18. № 1, (65). Ч. 3. Львів, 2016. С. 32–37.

7. Даниленко В.П., Бомко В.С. Вплив преміксів на основі металохелатів на перетравність поживних речовин високопродуктивних корів. Збірник наукових праць. Сільськогосподарські науки. Вип. 24. Ч. 1. Харків, 2012. С. 116–120.

8. Даниленко В.П., Бомко В.С. Вплив змішанолігандного комплексу цинку на молочну продуктивність високопродуктивних корів голштинської породи угорської селекції. Збірник наукових праць ВНАУ. Аграрна наука та харчові технології. Вип. 2(92). Вінниця, 2016. С. 55–63.

9. Дункель З., Шпилке Й., Эдер К. Применение органически связанных микроэлементов в рационах коров. Молоко и Корма. Менеджмент. 2007. № 2 (15). С. 24–26.

10. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. І.І. Ібатуліна, О.М. Журовського. К.: Аграр. наука. 2017. 328 с.

11. Сметаніна О.В., Ібатулін І.І., Бомко В.С. Використання органічного кобальту для виробництва високоякісного молока. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Науковий журнал. Вип. 2 (90). Ч. 2. Миколаїв, 2016. С. 117–125.

12. Сметаніна О.В., Кузьменко О.А. Ефективність згодовування змішанолігандного комплексу Кобальту високопродуктивним коровам. Збірник наукових праць БНАУ. Вип. 2(112). Біла Церква, 2014. С. 104–109.

13. Хавтуріна А.В., Бомко В.С. Ефективність згодовування мікроелементів органічного походження голштинським коровам. Збірник наукових праць БНАУ. Вип. 2(112). Біла Церква, 2014. С. 72–74.

14. Шишова Л.И. Использование хелатных микроэлементов в премиксах для лактирующих коров. Кормопроизводство. 2013. № 6. С. 43–44.

15. Zhao J. Superior growth performance in broiler chicks fed chelated compared to inorganic zinc in presence of elevated dietary copper. Journal of Animal Science and Biotechnology volume. 2016. Vol. 7. URL: <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-016-0072-1>

REFERENCES

1. Azaubaeva, G.S. (2012). Molochnaja produktivnost' korov pri raznom urovne obmennoj jenerгии v racione [Milk yields of cows at different levels of metabolic energy in the diet]. Kormlenie sel'skoxozhajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo [Farm animals feeding and fodder production]. no. 2, pp.26–36.

2. Bomko, V.S., Smetanina, O.V., Kuzmenko, O.A. (2015). Vplyv premiksiv na osnovi metalohelativ na peretravnist' pozhyvnyh rechovyh vysokoproduktyvnyh koriv [Influence of metal chelates based premixes on nutrients digestibility in highly productive cows]. Naukovyj visnyk L'vivs'kogo nacional'nogo universytetu vete-rynarnoi' medycyny ta biotekhnologij im. S.Z. Gzhyc'kogo [Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology n.a. S.Z. Gzhyskyi]. Vol. 17, no. 1 (61), Part 1, Lviv, pp. 17–22.

3. Bomko, V.S., Povochnikov, M.G., Danylenko, V.P. (2016). Jeftektivnost' ispol'zovaniya premiksiv na osnove metalohelativ v kormlenii golshhtinskih korov datskogo proishozhdeniya v pervye 100 dnei laktacii [The effectiveness of the use of premixes based on metal chelates in the feeding of Holstein cows of Danish origin in the first 100 days of

lactation]. Tavricheskij nauchnyj obozrevatel' [Taurian Scientific Reviewer]. no. 5 (10), Part 2, pp. 129–136.

4. Vorobel, M.I., Pivtorak, Ya.I. (2011). Znachenija mikroelementiv u zhyttjedijal'nosti tvaryn [Role of microelements in animals life]. Naukovyj visnyk LNUVM ta BT im. S. 3. G'zhyc'kogo [Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology n.a. S.Z. Gzhyskyi]. Vol. 13, no. 4 (50), Part 3, pp. 54–60.

5. Smetanina, O.V. (2017). Vplyv zminanoligandnogo kompleksu kobal'tu na jogo obmin u organizmi vysokoproduktyvnyh koriv [Influence of change of ligand complex of cobalt on its metabolism in the body of highly productive cows]. Ukrainian Journal of Ecology. 7 (4), pp. 559–563.

6. Danylenko, V.P., Bomko, V.S. (2016). Vplyv zmishanoligandnogo kompleksu Cynku na molochnu produktyvnist' vysokoproduktyvnyh koriv golshhtyns'koi' porody nimec'koi' selekcii' [Influence of zinc mixed ligand complex on milk productivity of high yielding Holstein cows of German selection]. Naukovyj visnyk L'vivs'kogo nacional'nogo universytetu vete-rynarnoi' medycyny ta biotekhnologij im. S.Z. Gzhyc'kogo [Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology n.a. S.Z. Gzhyskyi]. Vol. 18, no. 1 (65), Part 3, Lviv, pp. 32–37.

7. Danylenko, V.P., Bomko, V.S. (2012). Vplyv premiksiv na osnovi metalohelativ na peretravnist' pozhyvnyh rechovyh vysokoproduktyvnyh koriv [Influence of premixes based on metal chelates on digestibility of nutrients in high yielding cows]. Zbirnyk naukovykh prac' [Collection of scientific works]. Sil'skogospodars'ki nauky [Agricultural Sciences]. Issue 24, Part 1, Kharkiv, pp. 116–120.

8. Danylenko, V.P., Bomko, V.S. (2016). Vplyv zmishanoligandnogo kompleksu cynku na molochnu produktyvnist' vysokoproduktyvnyh koriv golshhtyns'koi' porody ugor's'koi' selekcii' [Influence of mixed ligand Zinc complex on milk productivity of high yielding Holstein cows of Hungarian selection]. Zbirnyk naukovykh prac' VNAU [Bulletin of VNAU]. Agrarna nauka ta harchovi tehnologii' [Agricultural Science and Food Technology]. Issue 2 (92), Vinnytsia, pp. 55–63.

9. Dunkel, Z., Shpilke, J., Eder, K. (2007). Primenenie organicheski svjazannyh mikroelementov v racionah korov [The use of organically bound trace elements in cows diets]. Moloko i Korma [Milk and Feed]. Menedzhment [Management]. no. 2 (15), pp. 24–26.

10. Ibatulina, I.I., Zhurovskyi, O.M. (2017). Metodologija ta organizacija naukovykh doslidzhen' u tvarynnyctvi: posibnyk [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry: textbook]. K.: Agricultural Science, 328 p.

11. Smetanina, O.V., Ibatulin, I.I., Bomko, V.S. (2016). Vykorystannja organichnogo kobal'tu dlja vyrobnytva vysokojakisnogo moloka [The use of organic Cobalt for high quality milk production]. Visnyk agrarnoi' nauky Prychornomor'ja [Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region]. Naukovyj zhurnal [Scientific journal]. Issue 2 (90), Part 2, Mykolaiv, pp. 117–125.

12. Smetanina, O.V., Kuzmenko, O.A. (2014). Eftektivnist' zgovovuvannja zmishanoligandnogo kompleksu Kobal'tu vysokoproduktyvnym korovam [Efficiency of feeding Cobalt mixed ligand complex to high yielding cows]. Zbirnyk naukovykh prac' BNAU [Bulletin BNAU]. Issue 2 (112), Bila Tserkva, pp. 104–109.

13. Khavturina, A.V., Bomko, V.S. (2014). Efektyvnist' zgodovuvannya mikroelementiv organichnogo pohodzhennja golshtyn'skym korovam [Efficiency of feeding microelements of organic origin to Holstein cows]. Zbirnyk naukovykh prac' BNAU [Bulletin of BNAU]. Issue 2 (112), Bila Tserkva, pp. 72–74.

14. Shishova, L.I. (2013). Ispol'zovanie helatnykh mikroelementov v premiksah dlja laktirujushhih korov [The use of chelated trace elements in premixes for lactating cows]. Kormoproizvodstvo [Feed production]. no. 6, pp. 43–44.

15. Zhao, J. (2016). Superior growth performance in broiler chicks fed chelated compared to inorganic zinc in presence of elevated dietary copper. Journal of Animal Science and Biotechnology. Vol. 7. Available at: <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-016-0072-1>

Влияние скормливания смешаннолигандных комплексов Цинка, Марганца и Кобальта на продуктивность коров, переваримость корма и обмен азота в последний период лактации

Кропивка Ю.Г., Бомко В.С., Бабенко С.П.

Эффективность использования смешаннолигандных комплексов цинка, марганца и кобальта в составе рационов коров в последний период лактации, и их влияние на производительность, переваримость питательных веществ и обмен азота в их организме изучали в научно-хозяйственном опыте, проведенном в ОАО «Терезино» Белоцерковского района Киевской области, где по принципу аналогов отобрали пять групп коров голштинской, украинской красно-пестрой и украинской черно-пестрой молочных пород.

Разница в кормлении коров между группами заключалась в том, что для контрольной группы с микроэлементами к норме балансировали только селен, медь и йод. Коровам 2- и 3-й опытных групп к норме доводили все микроэлементы (для 2-й опытной группы за счет сульфатов цинка, марганца, кобальта, меди, Суплекса селена и йодистого калия, для 3-й – вместо сульфатов цинка, марганца и кобальта вводили их смешаннолигандные комплексы). Для коров 4-й опытной группы концентрацию цинка, марганца и кобальта в 1 кг СВ кормосмеси уменьшили на 11 % по сравнению с 3-й группой, а для 5-й – на 22 % меньше, чем в 3-й группе.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что применение в кормлении коров разных доз смешаннолигандных комплексов цинка, марганца, кобальта, а также использование Суплекса селена, сульфата меди и йодистого калия в последние 100 суток лактации по-разному повлияло на продуктивность. Если от каждой коровы контрольной группы в последний период лактации было надоено 2220 кг молока, то от коров 2–5-й опытных групп – на 40–120 кг больше. Разница в среднесуточных удоях молока 4 % жирности составила 0,5–1,91 кг, и была достоверной ($p < 0,001$).

По результатам балансового опыта, животные опытных групп лучше переваривали питательные вещества кормов и усваивали азот. Так, у коров 2-, 3-, 4- и 5-й опытных групп азота отложилось в теле больше на 2,1, 4,1, 7,3 и 12,8 г, соответственно ($p < 0,05$) по сравнению с животными контрольной группы, что способствует повышению молочной продуктивности и уменьшению потребности в этих элементах.

Использование смешаннолигандных комплексов цинка, марганца и кобальта способствует повышению молочной продуктивности, уменьшению затрат кормов на 1 кг продукции, а также уменьшает потребность в этих элементах. Лучшие результаты производительности получены в 5-й опытной группе, животным которой скормливали кормосмесь, которая содержала в 1 кг СВ, мг: Цинка – 35, Марганца – 35; Кобальта – 0,4; Селена – 0,3; Меди – 9 и Йода – 0,8.

Ключевые слова: коровы, цинк, марганец, кобальт, медь, Суплекс селена, йод, калий, смешаннолигандные комплексы, баланс азота.

The Influence of feeding mixed ligand complexes of zinc, manganese and cobalt on cow productivity, feed digestivity and nitrogen exchange in the final period of lactation

Kropyvka Yu., Bomko V., Babenko S.

The effectiveness of the use of mixed ligand complexes of Zinc, Manganese and Cobalt in the diets of high-yielding cows in the final period of lactation, and their effect on productivity, nutrients digestibility and nitrogen metabolism in the animals' body was studied in a scientific economic experiment conducted at the Terezyne Ltd. of Bila Tserkva district, Kyiv region. Five groups of highly productive cows of Holstein, Ukrainian red-spotted and Ukrainian black-spotted dairy breeds were selected on the principle of analogues.

The difference in feeding cows of the groups was in the following:

- the diet of the control 1st group was balanced to the norm only with trace elements of Selenium, Copper and Iodine.

- cows of the 2nd and 3^d experimental group were fed with the norm of all trace elements (for the 2nd experimental group the norm was provided due to introducing sulfates of Zinc, Manganese, Cobalt, Copper, Selenium Suplex and Potassium iodide; for the 3^d experimental group, sulfates of Zinc, Manganese and Cobalt were substituted with their mixed ligand complexes).

- for cows of 4th experimental group, the concentration of Zinc, Manganese and Cobalt in 1 kg of dry matter feed was reduced by 11% compared to the group 3.

- for the 5th group it was 22% lower than in the group 3.

The results of the studies show that the use of different doses of mixed ligand complexes of Zinc, Manganese, Cobalt in cows feeding with the use of Selenium Suplex, Copper sulfate and Potassium iodide during the final 100 days of lactation did not affect milk productivity. Each cow of the control group in the final period of lactation yielded 2220 kg of natural milk, whereas the cows of the experimental groups 2–5 yielded 40–120 kg more. The difference in the average daily milk yield of 4% fat was 0.5–1.91 kg, and this difference was significant ($p < 0.001$).

The results of the balance experiment show that the experimental groups animals digested feed nutrients and absorbed Nitrogen better. Nitrogen was deposited in the body of cows of experimental groups 2, 3, 4 and 5 by 2.1 g, 4.1, 7.3 and 12.8 g, respectively ($p < 0.05$) in comparison with the control group, which provided milk productivity increase and reduce the need for these elements.

The use of mixed ligand complexes of Zinc, Manganese and Cobalt contributes to milk productivity increase through reducing feed costs per 1 kg of product and reduces the need for these elements. The best performance results were obtained in the experimental group 5, where the animals were fed with

the feed containing 1 kg of dry matter, mg: Zinc 35, Manganese 35; Cobalt 0.4; Selenium 0.3; Copper 9 and Iodine 0.8.

Key words: cows, Zinc, Manganese, Cobalt, Copper, Selenium Suplex, Potassium iodide, mixed ligand complexes, Nitrogen balance.



Copyright: Кропивка Ю.Г., Бомко В.С., Бабенко С.П. © 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 ТВАРИННИЦТВА

УДК 636.52/58.087.72.034:637.4

Корекція норм кальцію впродовж доби в годівлі курей-несучок

Каркач П.М.^{id}, Костюк М.М., Машкін Ю.О.^{id}

Білоцерківський національний аграрний університет

✉ Каркач П.М. kpm54@ukr.net



Каркач П.М., Костюк М.М., Машкін Ю.О. Корекція норм кальцію впродовж доби в годівлі курей-несучок. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 42–47.

Karkach P.M., Kostjuk M.M., Mashkin Ju.O. Korekcija norm kal'ciju vprodovzh doby v godivli kurej-nesuchok. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkci' tvarynnyctva», 2021. № 1. PP. 42–47.

Рукопис отримано: 25.03.2021 р.

Прийнято: 12.04.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-42-47

Високий попит на яйця потребує значного збільшення обсягів виробництва за дотримання стандартів їх якості. Одним із складників яйця, що забезпечує його збереження і якість, є шкаралупа, на яку припадає приблизно 10–12 % його ваги. Формування яйця у курей становить складний процес, який здійснюється впродовж 24–27 годин, з яких приблизно 17–20 годин займає формування шкаралупи. Оскільки основну кількість яєць кури зносять у першій половині дня, більша частина періоду кальцифікації яєчної шкаралупи припадає на темний період доби, коли курка перестає їсти. Було проведено дослідження впливу збільшеної дози кальцію у вигляді частинок вапняку у післяобідню годівлю на продуктивність та якість яєць курей. Для цього було сформовано дві групи курей, комбікорм для годівлі яких складався із однакових компонентів зернових та білково-вітамінних кормів, однак вирізнявся за вмістом кальцію, зокрема: в контрольній групі в комбікормі, який згодовували як в ранню, так і у вечірню годівлю, містилося 3,5 % кальцію у вигляді вапняку тонкого і грубого помелу. Птиці дослідної групи вранці згодовували комбікорми з умістом кальцію 1,5 %, а у другій половині дня – з умістом кальцію 7,0 % у вигляді вапняку грубого помелу. Встановлено, що за 30-тижневий період продуктивності збереженість поголів'я у групах досліді була майже однаковою. Кури дослідної групи досягли 95 % несучості у віці 186 діб, що було на 5 діб раніше, ніж показник контрольної групи. Несучість на середню та початкову несучку у дослідній групі за весь продуктивний період становила 178,4 та 173,3 шт. яєць, що було на 6,2 та 7,0 яєць більше, ніж у контрольній групі. Згодовування комбікормів птиці дослідної групи у другій половині дня з підвищеним умістом кальцію сприяло збільшенню маси яєць на 1,7 г, виходу яєчної маси на середню та початкову несучку – на 0,66 та 0,7 кг, кількості харчових яєць категорій XL та L – на 0,5 та 5,4 %, порівнюючи з контрольною групою, якій як в ранню, так і у вечірню годівлю згодовували комбікорми, що налічували 3,5 % кальцію у вигляді вапняку тонкого і грубого помелу.

Ключові слова: кури-несучки, комбікорм, кальцій, несучість, яйцемаса, якість яєць.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Харчові яйця – популярний і цінний дієтичний харчовий продукт для споживачів у всьому світі, оскільки містять приблизно 16 % високоякісного білка з усіма незамінними амінокислотами, що не синтезуються людиною [1, 20]. Біологічна цінність та засвоюва-

ність яєць людиною становить майже 100 %, тимчасом у молока цей показник становить 91 % [7]. За основними компонентами свіже яйце птиці містить жовток (32 %), білок (58 %) і шкаралупу (10 %). До допоміжних компонентів належать халаза, пори, повітряна камера, жовткова оболонка, шкаралупа і бластодиск [2].

Високий попит на яйця потребує значного збільшення обсягів виробництва за дотримання стандартів їх якості [16]. До чинників, які можуть спричиняти зниження якості яєць птиці, належать плями крові в яйці, температура, вологість і середовище зберігання, час, забруднення та кровообіг [8]. Під час реалізації в торговельній мережі харчові яйця розподіляють на певні категорії, які приймають з урахуванням маси яєць та терміну їх зберігання. Яйця більшої маси зазвичай коштують дорожче, оскільки налічують порівняно більший відсоток поживних речовин [12]. Від якості яєць залежить сортування, ціна, споживчі уподобання і виводимість [1].

Кури в умовах інтенсивного вирощування або за природних умов утримання починають відкладати яйця у віці від 18 до 26 тижнів [4, 9]. Одним із складників яйця, що забезпечує його збереження і якість, є шкаралупа, на яку припадає приблизно 10–12 % і його маси [21]. Яєчна шкаралупа містить кристали карбонату кальцію, фосфору, магнію і сліди натрію, калію, цинку, марганцю, заліза, міді та органічної речовини [8]. Через пори в яєчній шкаралупі між вмістом яйця і навколишнім середовищем здійснюється обмін вологою і газами. Більшість пор знаходяться на широкому кінці яйця [6]. Щільність шкаралупи, особливо за умови промислового виробництва, має вирішальне значення з економічного погляду. Приблизно 8–10 % яєць, що виробляють на птихофабриках, мають проблеми з шкаралупою, 2–5 % з них розбиваються через дефект шкаралупи, а 3–8 % – під час їх збору та транспортування, що є причиною значних економічних втрат [3, 5]. Отже, важливим є розуміння чинників, які впливають на якість яєчної шкаралупи. За даними науковців, різкі зміни в денних операціях, навколишньому середовищі, харчуванні і стресі, спричиненому шумом, призвели до блідої яєчної шкаралупи. Автори повідомляють, що темно-коричневі яйця зазвичай мають товщу оболонку [10,18].

Формування яйця в організмі курей – складний процес, який здійснюється впродовж 24–27 годин, з яких приблизно 20 годин займає формування шкаралупи [13]. За даними Nysetal (2004), у курей яєчних кросів формування шкаралупи займає приблизно 17 годин. Дослідниками доведено, що маса яєць залежить від часу їх відкладання. Так, Tůmová E., Ledvinka Z. зазначають, що яйця, відкладені вранці, були важчими, ніж яйця, відкладені пізніше вдень [19]. Оскільки основну кількість яєць кури зносять у першій половині дня, більша частина періоду кальцифікації яєчної

шкаралупи припадає на темний період доби, коли курка перестає їсти [15]. Для формування шкаралупи необхідне постійне постачання кальцію з кормом, оскільки нестача дієтичного кальцію в раціоні призводить до витрачання його запасів, які використовуються на формування кісток. Незбалансована годівля курей за кальцієм призводить як до зниження якості кісток, так і до зниження якості шкаралупи [17]. Якщо комбікорм містить добову нормативну кількість кальцію, у другій половині дня його споживання птицею зменшується на 60 %, тобто зменшується і надходження кальцію в організм. Дослідження з корекції норм введення кальцію до комбікорму впродовж доби довели, що коли рівень кальцію знижували вранці до 1,0 % і ввечері підтримували на рівні 3,25 %, у комбікормі відбулося значне зниження міцності яєчної шкаралупи. Однак вечірнє збільшення кальцію у комбікормі з 3,25 до 6,5 % на якість шкаралупи не вплинуло [20]. Molnaretal (2018) зазначає, що зниження рівня кальцію вранці до 0,5 % та його підвищення до 9,5 і 12,5 % у післяобідньому комбікормі збільшує міцність яєчної шкаралупи [14]. Іншими дослідниками було доведено, що у другій половині дня кури швидше ідентифікують грубі частинки вапняку і віддають їм перевагу проти зерна пшениці, яке містилося у комбікормі [6].

Метою дослідження було вивчити вплив збільшеної дози кальцію у вигляді частинок вапняку у післяобідню годівлю курей на їх продуктивність та якість яєць.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в умовах фермерського господарства на птиці м'ясо-яєчної породи адлерська срібляста. Із курей 19-тижневого віку було сформовано дві групи-аналоги, яких утримували на глибокій підстилці у двох секціях, розділених сітчастою огорожею, по 1080 гол. у кожній, за щільності посадки 6 гол./м². Дослід тривав 30 тижнів. Температурно-вологісний, світловий режими, умови годівлі та напування були однаковими для обох груп. Комбікорм, який виготовляли у власному кормоцеху, складався із однакових компонентів зернових та білково-вітамінних кормів, однак вирізнявся за вмістом кальцію, зокрема: в контрольній групі в комбікормі, який згодовували як в ранню, так і у вечірню годівлю, містилося 3,5 % кальцію у вигляді вапняку тонкого і грубого помелу. Птиці дослідної групи вранці згодовували комбікорми з умістом кальцію 1,5 %, а у другій половині дня – з умістом кальцію 7,0 % у вигляді вапняку грубого помелу.

Під час досліджень вивчали наступні показники: збереженість курей, живу масу, інтен-

сивність несучості, несучість на початкову та середню несучку, витрати кормів на 1 голову, на 10 яєць та 1 кг яєчної маси, розподіл яєць за категоріями, середню масу яєць, масу білка, жовтка та шкаралупи, індекс форми яйця, відношення білка до жовтка та товщину шкаралупи. За отриманими даними було визначено економічну ефективність використання вдосконаленої технології годівлі курей-несучок.

Результати дослідження та обговорення.

За результатами дослідження, наведеними у таблиці 1, за 30-тижневий період продуктивності збереженість поголів'я курей-несучок у дослідній групі була на рівні контролю. Жива маса курей у групах була майже однаковою, хоча у дослідній групі спостерігалася тенденція її збільшення. Кури дослідної групи досягли 95 % несучості у віці 186 діб, що на 5 діб рані-

ше, ніж показник контрольної групи. Несучість на середню та початкову несучку у дослідній групі за весь продуктивний період становила 178,4 та 173,3 шт. яєць, що було на 6,2 та 7,0 яєць більше, ніж у контрольній групі. Згодовування комбікормів птиці дослідної групи у другій половині дня зі збільшеним вмістом кальцію сприяло отриманню яєць масою $58,6 \pm 0,16$ г, виходу яєчної маси на середню та початкову несучку 10,45 та 10,16 кг, що на 1,7 г, 0,66 та 0,7 кг більше, ніж у контрольній групі. Водночас витрати кормів на 1 голову за період 19–49 тижнів на 10 яєць та на 1 кг яєчної маси становили 1,40 та 2,51 кг, що на 0,09 та 0,22 кг менше, ніж у курей-несучок контрольної групи.

Кількість та розподіл яєць на категорії за продуктивний період у групах наведено у таблиці 2.

Таблиця 1 – Показники продуктивності курей у групах за 30-тижневий продуктивний період

Початкове поголів'я курей у 19-тижневому віці, гол.	1080	1080
Поголів'я наприкінці досліду у 49-тижневому віці, гол.	1006	1018
Збереженість, %	93,2	94,3
Жива маса курей (г) у віці, тижнів:		
19	1392 $\pm$ 15,8	1391 $\pm$ 16,1
32	1812 $\pm$ 23,7	1858 $\pm$ 21,2
49	2181 $\pm$ 17,2	2194 $\pm$ 18,3
Вік курей (діб) за досягнення різної несучості, %:		
Поява першого яйця		
5	141	137
50	142	141
95	201	186
Валове виробництво яєць, шт.	179 604	187 142
Несучість (шт.) за 30 тижнів на несучку:		
на середню	172,2	178,4
на початкову	166,3	173,3
Середня маса яєць, г	56,9 $\pm$ 0,14	58,6 $\pm$ 0,16
Вихід яєчної маси (кг) на несучку:		
середню	9,79	10,45
початкову	9,46	10,16
Витрати кормів на 1 голову за період 19–49 тижнів, г	122,1	119,3
на 10 яєць, кг	1,49	1,40
на 1 кг яєчної маси, кг	2,73	2,51

Таблиця 2 – Розподіл яєць на категорії за продуктивний період

Показники	1 контрольна		2 дослідна	
	шт.	%	шт.	%
Валове виробництво яєць, у т.ч. за категоріями:	179 604		187 142	
відбірні, або XL (73 г і більше)	5747	3,2	6924	3,7
вища, або L (від 63 до 72,9)	38436	21,4	50154	26,8
перша, або M (від 53 до 62,9)	117102	65,2	115467	61,7
друга, або S (від 45 до 52,9)	11135	6,2	10854	5,8
дрібні (від 35 до 44,9)	4310	2,4	2059	1,1
битих	2874	1,6	1684	0,9
у т.ч. за період 19–32 тижні	718	0,4	561	0,3
за період 33–49 тижнів	2156	1,2	1123	0,6

Розподіл яєць на категорії за продуктивний період довів, що кількість харчових яєць категорій XL та L у дослідній групі була більшою на 0,5 та 5,4 % порівняно із контрольною групою. Кількість дрібних та битих яєць у дослідній групі була менше на 1,3 та 0,7 %, ніж у контрольній групі. Характерно, що збільшення битих яєць у групах спостерігалось у другій половині продуктивного періоду, а саме у 33–49-тижневому віці. Так, кількість битих яєць у контрольній групі у цей період збільшилася утричі і становила 1,2 %, тимчасом у дослідній групі цей показник був на рівні 0,6 %.

За морфологічними показниками, наведеними у таблиці 3, суттєвих відмінностей між групами встановлено не було, хоча у дослідній групі спостерігалася тенденція збільшення товщини шкаралупи до $389,7 \pm 2,68$ мкм.

Таблиця 3 – Морфологічні показники яєць у середньому за продуктивний період (n=20)

Середня маса яєць, у т.ч.:	г	%	г	%
білка	56,9 $\pm$ 0,14		58,6 $\pm$ 0,16	
жовтка	33,2 $\pm$ 0,36	58,41	33,5 $\pm$ 0,49	57,19
шкаралупи	17,9 $\pm$ 0,63	31,47	18,7 $\pm$ 0,74	31,87
Індекс форми яйця, %	5,8 $\pm$ 0,72	10,12	6,4 $\pm$ 0,83	10,94
Відношення білка до жовтка	74,4 $\pm$ 0,43		75,9 $\pm$ 0,42	
Товщина шкаралупи, мкм	1,852		1,791	
	384,1 $\pm$ 2,83		389,7 $\pm$ 2,68	

Ефективність використання різних технологічних прийомів під час виробництва яєць оцінюють за показниками продуктивності та економічної ефективності.

Під час розрахунку економічних показників було взято виробничі дані, отримані в дослідженнях. Враховуючи різну збереженість курей-несучок упродовж продуктивного використання, а також різний рівень несучості в розрахунку на середню несучку, валовий збір яєць був різним, а саме: за удосконаленої технології він становив 187 142 шт. яєць, тимчасом за базового варіанта – 179 604 шт. яєць. Завдяки кращій категорійності яєць і меншому відсотку бою та насічки, у новому варіанті реалізовано яєць на суму 419 269,4 грн, тимчасом у базовому варіанті – на суму 397 130,2 грн. Враховуючи зменшення витрат кормів на одиницю продукції у новому варіанті зекономлено 463 кг комбікормів. Оскільки на вартість кормів у господарстві припадає 58 % від собівартості продукції, то загальні витрати з урахуванням економії кормів за вдосконаленої технології були меншими на 4377 грн, порівнюючи з ба-

зовою технологією. У новому варіанті додатково отримано 22139,2 грн, а чистий прибуток становив 170 959,26 грн, тимчасом у базовому варіанті – 144 445,51 грн.

Отже, рівень рентабельності виробництва харчових яєць за удосконаленої технології становив 68,8 %, тимчасом у базовому варіанті – 57,3 %, що було на 11,5 % менше.

Висновки. На підставі проведених досліджень можна зробити висновок про доцільність застосування технологічного прийому згодовування комбікормів для курей-несучок вранці з вмістом кальцію 1,5 %, а у другій половині дня – з вмістом кальцію 7,0 % у вигляді вапняку грубого помелу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Antimicrobial properties of a nanostructured eggshell from a compost-nesting bird/ L. D'alba et al. Journal of Experimental Biology. 2014. 217. P. 1116–1121. Doi:https://doi.org/10.1242/jeb.098343.
2. Encyclopedia. Egg as food. URL:https://en.wikipedia.org/wiki/Egg_as_food.(2012). Accessed on August 12, 2016.
3. FAO. Egg facts. Animal production and nutrition. 2015. URL:http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/284410/.Accessed on August 12, 2016.
4. Government of Alberta. Egg size and shape. Government of Alberta and 1996–2006 Royal Alberta Museum. 2016. URL:http://www.royalalbertamuseum.ca/vexhibit/eggs/vexhome/sizeshap.htm. Accessed on June 2, 2016.
5. Gupta L. Maintaining Egg Shell Quality. 2008. URL:http://www.thepoultrysite.com/articles/979/maintaining-egg-shell-quality.Erişim Tarihi: 01.01.2019.
6. Hetland H., Svihus B., Lervik S., Moe R. Effect of feed structure on performance and welfare in laying hens housed in conventional and furnished cages. Acta Agriculturae Scandinavica. Section A-Animal Science. 2003. 53 (2). P. 92–100. Doi:https://doi.org/10.1080/09064700310002387
7. Hoffman J.R., Falvo M.J. Protein rating – which is best? Journal of Sports Science and Medicine. 2004. 3. P. 118–130. PMID: 24482589 PMCID: PMC3905294
8. Hutton P. Research on egg shell structure and quality: an historical overview. Revista Brasileira de Ciencia Avicola. 2005. 17. P. 67–71. ISSN 1516-635X.
9. Growth Performance, Carcass Characteristics and Cost Benefits of Four Broiler Strains on Restricted Feeding Regimen in North Central Nigeria/ K.O. Idahor et al. Journal of Animal Science Advances. 2013. 3. P. 449–456. Doi:https://doi.org/10.5455/japa.20130919074738
10. Idahor K.O., Akinola L.A.F., Chia S.S. Sex predetermination in fowl using some egg parameters in north central Nigeria. Journal of Animal Science Advances. 2015. 5. P. 1171–1176. Doi:https://doi.org/10.5455/jasa.20150109013553
11. Idahor K. O. Poultry Birds' Egg: An Egg inside Egg whose Biological, Nutritional and Cultural Value Gives and Sustains Life. International Journal of Research Studies in Zoology. 2017. 3 (4). 10 p. Doi:https://doi.org/10.20431/2454-941X.0304001.

12. Jacob J. P., Miles R. D., Mather F. B. Egg quality. Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). University of Florida PS., 2000. 24 p.
13. Keshavarz K. Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus, and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients. *Poultryscience*. 1998. 77 (9). P. 1320–1332. Doi:<https://doi.org/10.1093/ps/77.9.1320>.
14. Effect of different split-feeding treatments on performance, egg quality, and bone quality of individually housed aged laying hens / A. Molnár et al. *Poultryscience*. 2018. 97. no. 1. P. 88–101. Doi:<https://doi.org/10.3382/ps/pex255>.
15. Nys Y., Gautron J., Garcia-Ruiz J.M., Hincke M.T. Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix proteins. *Comptes Rendus Palevol*. 2004. 3 (6-7). P. 549–562. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.crpv.2004.08.002>.
16. Rodríguez-Navarro A.B., Domínguez-Gasca N., Muñoz A., Ortega-Huertas M. Change in the chicken eggshell cuticle with hen age and egg freshness. *Poultry Science*. 2013. 92. P. 3026–3035. Doi:<https://doi.org/10.3382/ps.2013-03230>.
17. Saunders-Blades J.L., MacIsaac J.L., Korver D.R., Anderson D.M. The effect of calcium source and particle size on the production performance and bone quality of laying hens. *Poultry Sc*. 2009. Vol. 88. no. 2. P. 338–353. Doi:<https://doi.org/10.3382/ps.2008-00278>.
18. Thear K. Eggshell colour. Broad. Leys Publishing Ltd. 2004–2011. London, 2005.
19. Tűmová E., Ledvinka, Z. The effect of time of oviposition and age on egg weight, egg components weight and eggshell quality. *Arch. Geflügelk*. 2009. 73. P. 110–115.
20. Waldroup P., Hellwig H. The potential value of morning and afternoon feeds for laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2000. 9 (1). P. 98–110. Doi:<https://doi.org/10.1093/japr/9.1.98>.
21. Effects of dietary sepiolite on performance, egg quality and some blood parameters in laying hens/ S. Yalçın et al. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2016. 63: 25–29. URL:<https://abs.ankara.edu.tr/sakine-yalcin>.
22. Hetland, H., Svihus, B., Lervik, S., Moe, R. (2003). Effect of feed structure on performance and welfare in laying hens housed in conventional and furnished cages. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section A-Animal Science*. 53 (2), pp. 92–100. Available at: <https://doi.org/10.1080/09064700310002387>
23. Hoffman J.R., Falvo, M.J. (2004). Protein rating – which is best? *Journal of Sports Science and Medicine*. 3, pp. 118–130. PMID: 24482589 PMCID: PMC3905294
24. Hunton, P. (2005). Research on egg shell structure and quality: an historical overview. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola*. 17, pp. 67–71. ISSN 1516-635X.
25. Idahor, K.O., Yakubu, A., Egahi, J.O., Gwaza, D.S., Ahmadu, G.B., Thani, A.P. (2013). Growth Performance, Carcass Characteristics and Cost Benefits of Four Broiler Strains on Restricted Feeding Regimen in North Central Nigeria. *Journal of Animal Science Advances*. 3, pp. 449–456. Available at: <https://doi.org/10.5455/japa.20130919074738>
26. Idahor, K.O., Akinola, L.A.F., Chia, S.S. (2015). Sex predetermination in fowl using some egg parameters in north central Nigeria. *Journal of Animal Science Advances*. 5, pp. 1171–1176. Available at: <https://doi.org/10.5455/jasa.20150109013553>
27. Idahor, K.O. (2017). Poultry Birds' Egg: An Egg inside Egg whose Biological, Nutritional and Cultural Value Gives and Sustains Life. *International Journal of Research Studies in Zoology*. 3 (4), 10 p. Available at: <https://doi.org/10.20431/2454-941X.0304001>.
28. Jacob, J. P., Miles, R. D., Mather, F. B. (2000). Egg quality. Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). University of Florida PS., 24 p.
29. Keshavarz, K. (1998). Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus, and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients. *Poultryscience*. 77 (9), pp. 1320–1332. Available at: <https://doi.org/10.1093/ps/77.9.1320>.
30. Molnár, A., Maertens, L., Ampe, B., Buyse, J., Zoons, J., Delezie, E. (2018). Effect of different split-feeding treatments on performance, egg quality, and bone quality of individually housed aged laying hens." *Poultry science*. 97, no. 1, pp. 88–101. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps/pex255>.
31. Nys, Y., Gautron, J., Garcia-Ruiz, J.M., Hincke, M.T. (2004). Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix proteins. *Comptes Rendus Palevol*. 3 (6-7), pp. 549–562. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2004.08.002>.
32. Rodríguez-Navarro, A.B., Domínguez-Gasca, N., Muñoz, A., Ortega-Huertas, M. (2013). Change in the chicken eggshell cuticle with hen age and egg freshness. *Poultry Science*. 92, pp. 3026–3035. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03230>.
33. Saunders-Blades, J.L., MacIsaac, J.L., Korver, D.R., Anderson, D.M. (2009). The effect of calcium source and particle size on the production performance and bone quality of laying hens. *Poultry Sc*. Vol. 88, no. 2. pp. 338–353. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00278>.
34. Thear, K. (2005). Eggshell colour. Broad. Leys Publishing Ltd. © 2004–2011. London.
35. Tűmová, E., Ledvinka, Z. (2009). The effect of time of oviposition and age on egg weight, egg components weight and eggshell quality. *Arch. Geflügelk*. 73, pp. 110–115.

REFERENCES

1. D'alba, L., Jones, D.N., Badawy, H.T., Eliason, C.M., Shawkey, M.D. (2014). Antimicrobial properties of a nanostructured eggshell from a compost-nesting bird. *Journal of Experimental Biology*. 217, pp. 1116–1121. Available at: <https://doi.org/10.1242/jeb.098343>.
2. Encyclopedia. Egg as food. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Egg_as_food. (2012). Accessed on August 12, 2016.
3. FAO. Egg facts. Animal production and nutrition (2015). Available at: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/284410/>. Accessed on August 12, 2016.
4. Government of Alberta. Egg size and shape. Government of Alberta and © 1996–2006 Royal Alberta Museum (2016). Available at: <http://www.royalalbertamuseum.ca/vexhibit/eggs/vexhome/sizeshap.htm>. Accessed on June 2, 2016.
5. Gupta, L., (2008). Maintaining Egg Shell Quality. Erişim Adresi: Available at: <http://www.thepoultrysite.com/articles/979/maintaining-egg-shell-quality>. Erişim Tarihi: 01.01.2019.

20. Waldroup, P., Hellwig, H. (2000). The potential value of morning and afternoon feeds for laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 9 (1), pp. 98–110. Available at: <https://doi.org/10.1093/japr/9.1.98>.

21. Yalçın, S., Eser, H., Onbaşlar, İ., Yalçın, S., Oğuz, F.K. (2016). Effects of dietary sepiolite on performance, egg quality and some blood parameters in laying hens. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 63, pp. 25–29. Available at: <https://abs.ankara.edu.tr/sakine-yalcin>.

Коррекция норм кальция в течение суток при кормлении кур-несушек

Каркач П.М., Костюк М.М., Машкин Ю.А.

Высокий спрос на яйца требует значительного увеличения объемов производства при соблюдении стандартов их качества. Одним из компонентов яйца, обеспечивающих его безопасность и качество, является скорлупа, на которую приходится около 10–12 % его массы. Формирование яиц у кур является сложным процессом, который осуществляется в течение 24–27 часов, из которых около 17–20 часов занимает формирование скорлупы. Поскольку основное количество яиц куры сносят в первую половину дня, большая часть периода кальцификации яичной скорлупы приходится на темный период суток, когда курица перестает есть. Было проведено исследование по изучению влияния повышенной дозы кальция в виде частиц известняка при скармливании его во второй половине дня на продуктивность и качество куриных яиц. Для этого были сформированы две группы кур, комбикорм для которых состоял из одинаковых компонентов злаковых и белково-витаминных кормов, но отличался содержанием кальция, а именно: в контрольной группе в комбикорме, который скармливали как утром, так и во второй половине дня, было 3,5 % кальция в виде известняка тонкого и грубого помола. Кур опытной группы утром кормили комбикормами с содержанием кальция 1,5 %, а во второй половине дня – с содержанием кальция 7 % в виде грубого известняка. На основе исследований было установлено, что в течение 30-недельного периода продуктивности сохранность кур в группах опыта была одинаковой. Куры опытной группы достигли 95 % яйценоскости в возрасте 186 суток, что на 5 суток раньше показателя контрольной группы. Яйценоскость на среднюю и начальную несушку в опытной группе за весь продуктивный период составила 178,4 и 173,3 шт. яиц, что на 6,2 и 7,0 яйца больше, чем в контрольной группе. Скармливание курам опытной группы во второй половине дня комбикормов с повышенным содержанием кальция способствовало увеличению массы яиц на 1,7 г, выхода яичной массы на среднюю и начальную несушку – на 0,66 и 0,7 кг, количества пищевых яиц категорий XL и L – на 0,5 и

5,4 % по сравнению с контрольной группой, кур которой кормили как утром, так и во второй половине дня комбикормом, содержащим 3,5 % кальция в виде известняка тонкого и грубого помола.

Ключевые слова: куры-несушки, комбикорм, кальций, яйценоскость, яйцемасса, качество яиц.

Correction of calcium norms during the feeding day of laying-hens

Karkach P., Kostyuk M., Mashkin Yu.

Highdem and for eggs requires a significant increase in production volumes subject to the standards of their quality. One of the components of the egg providing its safety and quality is the shell, which accounts for about 10–12% mass of the egg. The formation of eggs in chickens is a complex process, which is carried out within 24–27 hours, from which about 17–20 hours is given to form the shell. Since the main number of eggs chickens are demolished in the first half of the day, most of the calcification period of the egg shel falls on the dark period of day when the chicken stops to eat. A study was conducted to in vestigate the influence of an increased dose of calcium in the form of limestone particles when feeding it in the afternoon on the productivity and quality of chicken eggs. For this, two groups of laying-hens were formed, the mix feed for which consisted of the same components of cereal and protein-vitamin feeds, but was distinguished by calcium content, namely: in the control group in the mix feed, which was fed both in the morning and in the afternoon, was 3,5% calcium in the form of limestone thin and coarse grinding. The chickens of the experimental group in the morning were fed by mix feed with a calcium content of 1.5%, and in the afternoon - with a calcium content of 7% in the form of coarse limestone. Based on the research, it was found that during the 30-week period of productivity, the survival of chickens in the experimental groups was the same. Chickens of the experimental group reached 95% egg production at the age of 186 days, which his 5 days before the control group. Egg production on the middle and initial laying-hens in the experimental group for the whole production period was 178,4 eggs and 173,3 eggs, which is 6,2 and 7,0 eggs more than in the control group. The feeding of the chickens of the experimental group in the afternoon of mix feeds with an elevated calcium content contributed to an increase in the mass of eggs by 1,7 g, the exit of the egg mass on the middle and the initial laying-hens on 0,66 and 0,7 kg, the number of food eggs categories XL and L on 0,5 and 5.4%, compared with the control group of chickens, which was fed both in the morning and in the afternoon, a mix feed containing 3,5% calcium in the form of limestone thin and coarse grinding.

Key words: laying-hens, mix feed, calcium, egg production, eggs mass, eggs quality.



Copyright: Каркач П.М., Костюк М.М., Машкин Ю.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.

Каркач П.М.
Машкин Ю.О.

ID <https://orcid.org/0000-0003-3315-3508>
ID <https://orcid.org/0000-0001-7401-6732>



УДК 636.222“464”.083

Вікова динаміка росту і розвитку телят молочного періоду залежно від способу їх утримання

Разанова О.П. 

Вінницький національний аграрний університет

 razanova_elena@rambler.ru



Разанова О.П. Вікова динаміка росту і розвитку телят молочного періоду залежно від способу їх утримання. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 48–56.

Razanova O.P. Vikova dynamika rostu i rozvytku teljat molochnoho periodu zalezno vid sposobu i'h utrymannja. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva», 2021. № 1. PP. 48–56.

Рукопис отримано: 16.04.2021 р.

Прийнято: 30.04.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-48-56

Викладено результати оцінювання ремонтних теличок молочного періоду вирощування української чорно-рябої молочної породи за інтенсивністю росту і розвитку за різних способів утримання. Молодняк контрольної групи вирощували відповідно до традиційної технології у приміщенні телятника у клітках Еверса, дослідної групи – «холодним» методом. Живу масу тварин визначали на основі даних щомісячного зважування в період їх вирощування. Жива маса та інтенсивність росту у молочний період вирощування найвищими були у групі телят за «холодного» вирощування. Жива маса в 3-місячному віці – 101,8–105,2 кг, в 6-місячному – 171,3–178,3 кг. Встановлено, що за живою масою у 6-місячному віці тварини «холодного» методу утримання були кращі на 7,0 кг, або 4,1 %, тварини першої групи збільшили свою живу масу в 5,24 раза, другої – у 5,37 раза. Середньодобовий приріст ремонтного молодняку у другій групі був вищим на 36 г порівняно з утриманням телят у приміщенні. Суттєвих розбіжностей за лінійними промірами теличок обох груп у віці до 3 місяців не виявлено, відмінності почали проявлятися, починаючи з третього місяця і до кінця молочного періоду вирощування. Телички, вирощені «холодним» способом, з більшою живою масою мали, відповідно, більші основні проміри. Пропорції тілобудови теличок змінювалися з віком. Індекси розтягнутості та масивності збільшуються з віком, костистості, довгоногості, тазогрудний, збитості – зменшуються. Індекси тілобудови (розтягнутості, довгоногості, збитості, масивності тазогрудний, грудний) наприкінці молочного періоду доводять, що телички за «холодного» утримання перевершували ровесниць, вирощених у приміщенні профілакторію.

Ключові слова: телята, жива маса, середньодобовий приріст, проміри, індекси тілобудови, традиційний і холодний способи утримання.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Одним із найважливіших завдань агропромислового комплексу є пошук резервів для збільшення обсягів виробництва продукції молочного скотарства. Генетично запрограмована продуктивність може бути реалізована лише за сприятливих умов вирощування, догляду та використання тварин, особливо у період росту і розвитку організму. Щоб виростити корову, яка б повною мірою виявляла генетично закладені можливості, необхідно з перших днів вирощування створювати для телят оптимальні умови годівлі та утримання, що забезпечить нормальний ріст і розвиток тварин [7, 10, 16].

Оцінювання ремонтного молодняку на перших місяцях постнатального онтогенезу є важливим у селекційно-племінній роботі з породою [6, 12, 13]. Для прогнозування племінної цінності тварин з раннього віку, з урахуванням біологічних особливостей індивідуального росту та розвитку, необхідно мати дані закономірностей зміни вагових та лінійних параметрів організму у віковій динаміці. Жива маса тварини характеризує розвиток усіх її органів і тканин, лінійні розміри відображають розвиток кістяка. Молодий організм тварини характеризується нерівномірністю росту та формування скелета, тому дуже важливим є визначення лінійних промірів телят.

Частка великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи у загальному поголів'ї сягає понад 40 % [11]. Нині ця спеціалізована молочна порода утримується в більш як 250 племінних господарствах України і селекціонується у напрямі підвищення кількості молока та вмісту жиру і білка [2].

У системі вирощування телят використовують різні методи утримання, серед яких утримання тварин у профілакторії в індивідуальних клітках Еверса, групове утримання, «холодний» метод, індивідуально підсисний [8]. Найперспективнішим серед перерахованих методів є індивідуальне утримання телят молочного періоду, що виключає контакт тварин, і в такий спосіб зменшується поширення інфекцій між ними. Таке вирощування дає змогу створювати необхідні умови для нормованої годівлі тварини відповідно до її віку і рівня розвитку, а у разі потреби можна індивідуально коригувати його рівень [5, 17]. Телички, які перехворіли диспепсією в 10-добовому віці, порівняно з тими, які не хворіли, відстають у рості і розвитку. Плідне запліднення у них настає на 3–5 місяців пізніше, а смертність народжених від них телят у 4–5 разів вища. Надалі в них знижуються надої за лактацію на 15–20 %, а вміст жиру в молоці – на 0,1–0,2 % [14, 15].

Зростання захворюваності молодняку великої рогатої худоби і його падежу, недоотримання продукції від тварин, що перехворіли, зумовлюють необхідність дослідження і розроблення енергозберігальних технологій в молочному скотарстві.

Нині у багатьох господарствах застосовують «холодний» метод утримання телят. Цей метод передбачає утримання телят з перших днів життя в умовах, наближених до зовнішнього середовища, що мобілізує захисні сили організму й загартовує тварин [3, 18]. Молодняк, який виростили «холодним» методом, легше пристосовується до кліматичних умов, хоча і споживає більше кормів, однак швидко росте і гармонійно розвивається. На холоді телята більше рухаються, поїдають більшу кількість кормів й у них інтенсивніший обмін речовин. Завдяки цьому вони виростають загартованими, міцнішими і краще протистоять захворюванням. Найчастіше телят утримують в індивідуальних будиночках на майданчиках [4].

Позитивний досвід застосування «холодного» методу вирощування телят мають господарства України, серед яких ТОВ «Українська молочна компанія», де тварин утримують в індивідуальних будиночках, розміщених на майданчику. Телят переводять після

того, як волосяний покрив повністю висохне (1–2 доби). За добу випоюють 6 л молока температурою 38°C, використовуючи молочне таксі. Випоювання молока проводять 2 рази на добу, вранці о 7.00 та вдень о 15.00. За годину після випоювання молока дають воду, яку не підігрівають. Концентровані корми згодують досхочу.

У ПАТ «Чернігівське племпідприємство» індивідуальні будиночки для телят розміщують під навісом. Молочний період у тварин триває 57–60 діб. У годівлі молодняку з 7-добового віку використовують замінник незбираного молока та комбікорм досхочу.

«Холодний» метод утримання молодняку великої рогатої худоби у молочний період має як позитивні, так і деякі негативні сторони. Позитивним є те, що телята майже позбавлені дії шкідливих чинників тваринницького приміщення, вони не страждають на захворювання дихальної системи, у сонячну погоду в їхніх організмах виробляється вітамін Д, постійні прогулянки сприяють нарощуванню м'язів. Недоліками «холодного» методу вирощування телят є дещо більші витрати кормів, швидко охолоджуються молочні корми під час випоювання, додаткові затрати ручної праці. Однак перераховані недоліки зазначеного методу вирощування телят не є критичними, а підвищення збереженості телят дає змогу їх компенсувати [14].

Для вирішення цього питання у ФГ «Щербич» Вінницької області провели науково-господарський дослід з порівняльного вивчення ефективності «холодного» вирощування телят та утримання тварин у приміщенні до 6-місячного віку.

Розвиток окремих статей будови тіла має відображати напрям продуктивності, стан здоров'я та характер фізіологічної діяльності тварини. Отже, оцінювання екстер'єру за промірами має також особливе значення, оскільки можна провести аналіз розвитку тварини у будь-який період життя [9].

Метою дослідження було вивчення особливостей росту і розвитку теличок української чорно-рябої молочної породи у молочний період за різних способів утримання.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у ФГ «Щербич» на теличках української чорно-рябої молочної породи з грудня 2018 року до травня 2019 року відповідно до схеми дослідів (табл. 1).

Для досліджень за принципом пар-аналогів за віком, живою масою та станом здоров'я відібрали дві групи теличок по 8 голів у кожній.

Таблиця 1 – Схема дослідів

Вік, міс.	Спосіб утримання	
	традиційний	«холодний»
0–6	До 15–20 діб у телятнику в клітках Еверса, 20 діб–6 місяців – у групових клітках за температури до +15°C	До 3 діб у телятнику, потім до 3 міс. в індивідуальному будиночку, 3–6 місяців – у групових клітках з вигульними майданчиками за температури не нижче 5–8 °C
Досліджувані показники	Жива маса, відносний і середньодобовий прирости, напряга росту живої маси, затрати кормів	

Молодняк контрольної групи вирощували відповідно до традиційної технології у приміщенні телятника: до 20-добового віку – у клітках Еверса, з 20-добового віку до 6 місяців – у групових клітках по 10 голів, дослідної групи – «холодним» методом, за якого телят після 3-добового віку до 3 місяців утримували в індивідуальних будиночках на глибокій солом'яній підстилці на майданчику, з 3 до 6 місяців – у групових клітках з вигульними майданчиками по 5 голів у кожній. За обох способів вирощування площа підлоги у розрахунку на 1 голову для телят становила 2,5 м².

Телята дослідних груп мали однаковий раціон годівлі. Молочні корми тваринам згодовували індивідуально: у профілакторний період – із соскових поїлок, надалі – з відра.

Дотримання мікроклімату в тваринницьких приміщеннях є одним із способів отримання високих показників продуктивності. У разі зниження температури повітря збільшується споживання корму. У зимовий та літній періоди року температура повітря у профілакторії та в індивідуальних будиночках відповідала загальноприйнятим нормам мікроклімату. Температура у приміщенні була в межах 18–20°C, швидкість руху повітря – 0,11–0,25 м/с, ці показники знаходилися в межах норми. Температура в індивідуальних будиночках, де утримували телят другої групи, залежала від умов навколишнього середовища і була найменшою в січні – -5,8°C, лютому – -2,2°C, березні – 5,7°C, у квітні – 13,5°C. Температура в індивідуальних будиночках, де утримували телят другої групи, залежала від умов навколишнього середовища і була найменшою в січні – -5,8°C, лютому – -2,2°C, березні – 5,7°C, у квітні – 13,5°C. Вологість в середньому – 72 %. У зимові місяці концентрація амоніаку становила 14,6 мг/м³, весняні – підвищилася на 16,4 % і становила 17 мг/м³. Вологість повітря у профілакторії була вищою від норми – у середньому 81,3 %.

Інтенсивність росту телиць оцінювали за показниками середньодобових приростів щомісячним зважуванням тварин до годівлі.

Живу масу телят у період їх вирощування до 6-місячного віку визначали щомісячно. На основі цих показників вираховували середньодобові прирости тварин, кратність збільшення живої маси та відносну швидкість росту живої маси.

Середньодобовий приріст тварин визначали за формулою:

$$C_n = (W_t - W_0) / (t_2 - t_1),$$

де W_t і W_0 – кінцева та початкова жива маса, кг;

t_2 і t_1 – вік наприкінці та на початку періоду, діб.

Відносну швидкість росту (В) вираховували за формулою С. Броді:

$$B = (W_t - W_0) / 0,5(W_t + W_0) \times 100.$$

Кратність збільшення живої маси визначали діленням живої маси наприкінці кожного місяця на живу масу новонароджених тварин.

Лінійні проміри тварин проводили за висотою в холці та крижах, довжиною тулуба, обхватом грудей, глибиною та шириною грудей, шириною в маклоках, обхватом п'ястка. Лінійні проміри визначали за допомогою мірної палиці і стрічки.

Висоту в холці визначали від найвищої точки холки до підлоги – за допомогою мірної палиці; навскісну довжину тулуба – від плечолопаткового суглоба до заднього виступу сідничного бугра (мірною палицею); обхват грудей – за лопатками по колу, що проходить дотичною до заднього кута лопатки (мірною стрічкою); глибину грудей – від холки до грудної кістки за вертикаллю, дотичною до заднього кута лопатки (мірною палицею); ширину грудей – у найширшому місці за вертикаллю, дотичною до заднього кута лопатки (мірною палицею); висоту в крижах – від найвищої точки крижової кістки до землі (мірною палицею); ширину в маклоках – у зовнішніх кутах маклоків (мірною палицею); ширину п'ястка – у нижньому кінці верхньої третини п'ястка (мірною стрічкою) [1].

Індекси визначали за формулами [1] :

формату (розтягнутості) =
навискісна довжина тулуба / висота в холці · 100 %;

збитості (компактності) =
обхват грудей / навскісна довжина тулуба · 100 %;

довгоногості = (висота в холці – глибина грудей) /
висота в холці · 100 %;

тазогрудний = ширина грудей за лопатками /
ширина в маклоках · 100 %;

грудний = ширина грудей / глибина грудей · 100 %;

перерослості = висота в крижах /
висота в холці · 100 %;

костистості = обхват п'ястка /
висота в холці · 100 %;

масивності = обхват грудей /
висота в холці · 100 %.

Результати дослідження та обговорення.

Вирощування телят у молочний період – одне з найбільш критичних і відповідальних завдань, оскільки розвиток теляти в цей час зумовлює його подальший ріст, розвиток і здоров'я.

З метою з'ясування закономірностей постнатального онтогенезу і подальшого формування продуктивних якостей тварин, важливе значення має вивчення особливостей росту і розвитку в різні вікові періоди.

Різні способи вирощування телят мали неоднаковий вплив на ріст і розвиток молодняку. Інтенсивність росту тварин найповніше характеризує такий показник як жива маса (табл. 2).

За результатами індивідуальне «холодне» утримання телят дає змогу їм інтенсивніше збільшувати їх живу масу. Відмінність способів утримання теличок за перший місяць життя суттєво не позначилась на показниках вирощування. За цей період зазначений показник був вищим лише на 0,3 кг у групі телят за «холодного» утримання, за третій місяць – на 3,4 кг, або 3,3 % порівняно з утриманням телят у приміщенні профілакторію. Ця тенденція збереглася і в 6-місячному віці. У другій групі жива маса теличок була більшою на 7 кг, або 4,1 %.

Кратність збільшення живої маси була вищою у першій групі, а у 3-місячному віці, навпаки, зменшилась порівняно з другою групою. Цей показник у зазначеній групі менший на 0,06. За шостий місяць у телят «холодного» утримання кратність збільшення живої маси більша на 0,13 порівняно з утриманням у приміщенні.

Краще уявлення про вплив методу утримання дає аналіз відносної швидкості росту та середньодобового приросту живої маси молодняку. Найінтенсивніший ріст телят спостерігається до трьох місяців, тому саме у цей період необхідно особливу увагу приділяти утриманню і годівлі молодняку, на що й спрямовано метод «холодного» вирощування. Найвищі показники відносної швидкості росту телят в обох дослідних групах відмічено за перший місяць утримання (табл. 3).

У подальшому досліджуваний показник знижувався, однак у другій групі він був вищим, ніж у першій. Відносна швидкість росту телят за період від народження до 3-місячного віку у другій групі вища на 1,3 п.п., у період 3–6 місяців – на 0,7, за період від народження до 6 місяців – на 1,3 п.п.

Таблиця 2 – Динаміка живої маси телят залежно від способу вирощування, кг

Вік, міс.	Жива маса, кг		Кратність збільшення живої маси	
	Група		Група	
	I	II	I	II
1	54,9±1,22	55,2±1,37	1,68±0,012	1,66±0,017
3	101,8±3,28	105,2±2,43	3,11±0,014	3,17±0,011
6	171,3±3,57	178,3±3,41	5,24±0,008	5,37±0,010

Таблиця 3 – Інтенсивність росту живої маси молодняку телят

Віковий період, міс.	Відносна швидкість росту, %		Середньодобовий приріст, г	
	група		група	
	I	II	I	II
1	50,7±3,15	49,8±2,64	740±5,8	733±3,7
3	26,7±1,71	28,6±1,12	800±6,2	877±4,2
6	14,2±0,89	14,2±1,13	757±3,5	787±7,2
1–3 місяців	102,7±3,58	104±2,82	768±4,6	800±6,8
3–6 місяців	50,9±2,14	51,6±3,15	772±8,4	812±4,3
1–6 місяців	135,9±4,11	137,2±6,47	770±5,1	806±5,4

Висока інтенсивність росту телят «холодного» вирощування підтверджується середньодобовими приростами живої маси. Аналіз даних з визначення середньодобового приросту телят у молочний період довів, що за перший період дослідів (до 3-місячного віку) середньодобові прирости становили 740 г у першій групі і дещо нижчі у другій групі – 733 г за добу, у наступні місяці цей показник збільшився. Надалі вищі показники були у другій групі за «холодного» вирощування тварин, а погода у весняний період сприяла підвищенню середньодобових приростів у тварин другої групи. У весняні місяці цей показник становив 877–887 г. Перевага за цим показником проти даних першої групи за третій місяць утримання становила 77 г і шостий – 30 г.

За період від народження до 3-місячного віку середньодобовий приріст у телят дослідної групи за «холодного» способу вирощування був вищим на 26 г, або 4,2 %. Найвищі середньодобові прирости живої маси телят відмічено у період від 3- до 6-місячного віку (812 г) у групі за «холодного» вирощування, проти даних першої групи більші на 40 г. Загалом за дослідний період (від народження до 6-місячного віку) середньодобовий приріст у молодняку дослідних груп виявився приблизно рівним (770–806 г), що відповідає планово-

му приросту за вирощування ремонтного молодняку. Однак у другій групі досліджуваний показник за цей період був вищим на 36 г порівняно з показниками тварин за утримання у приміщенні.

Більш повну характеристику екстер'єру ремонтних телиць дають визначені лінійні проміри та індекси тілобудови. За перший місяць утримання дослідні ремонтні телички за основними промірами тіла мали майже однакові значення. Суттєвих розбіжностей за основними промірами теличок обох груп у віці до 3 місяців не виявлено. Телички другої групи з більшою живою масою мали відповідно і більші основні проміри. Відмінності почали проявлятися, починаючи з третього місяця і до завершення молочного періоду вирощування, і були вищими у тварин, які вирощені «холодним» методом (табл. 4).

Вікова зміна промірів статей тіла дала змогу проаналізувати формування будови тіла теличок у постнатальний період онтогенезу. З віком в обох групах у телят збільшувалися як проміри, так і довжина тулуба, однак істотних відмінностей між групами не виявлено.

За лінійними промірами телята за утримання у приміщенні профілакторію поступалися телятам, яких вирощували «холодним» методом.

Таблиця 4 – Проміри статей тіла у ремонтних теличок з віком за різних умов утримання, см

Показники	Вік телят, міс.	Групи	
		контрольна	дослідна
Висота у холці	1	78,4±0,34	78,2±0,32
	3	87,2±0,43	88,4±0,51
	6	101,1±0,78	103,0±0,82
Висота в крижах	1	85,4±0,47	85,3±0,41
	3	93,6±0,36	94,2±0,57
	6	105,8±0,72	106,6±0,59
Навскісна довжина тулуба	1	82,4±0,48	82,7±0,37
	3	93,2±0,41	94,6±0,57
	6	107,1±0,71	109,6±1,02
Обхват грудей	1	83,4±0,55	84,4±0,50
	3	85,4±0,57	94,2±0,62
	6	102,4±0,53	103,8±0,76
Глибина грудей	1	31,4±0,21	31,3±0,11
	3	40,1±0,33	40,8±0,22
	6	48,4±0,25	48,7±0,29
Ширина грудей за лопатками	1	17,4±0,14	17,5±0,09
	3	21,3±0,18	21,5±0,17
	6	24,0±0,13	24,9±0,11
Ширина в маклоках	1	18,4±0,04	18,5±0,07
	3	23,2±0,18	23,7±0,14
	6	27,8±0,15	28,6±0,16
Обхват п'ястка	1	11,3±0,06	11,3±0,06
	3	12,4±0,11	12,5±0,08
	6	13,8±0,14	13,9±0,10

З першого до третього місяця утримання висота в холці у тварин цієї групи була більшою на 1,2 см, або 1,4 %, наприкінці шостого місяця перевага становила 2,1 см, або 2,1 %.

Вікова мінливість проміру за навскісною довжиною тулуба у 6-місячних телят першої групи порівняно з одномісячними становила 25,1 см, другої групи – 26,7 см, що більше на 6,3 %.

З віком, наприкінці молочного періоду, висота в крижах у телят, яких утримували у приміщенні профілакторію, збільшилася на 20,4 см, або 23,9 %, за «холодного» утримання – на 21,3 см, або 24,9 %. Перевага у цій групі порівняно з першою була незначною (0,7 %).

Обхват і глибина грудей наприкінці шостого місяця вирощування збільшилися на 19 см, або 22,8 %, і на 17 см, або 54,1 % у першій групі та на 19,4 см, або 22,9 %, і на 17,4 см, або 55,6 % у другій групі відповідно. Незначна перевага за зазначеними показниками була у теличок другої групи відповідно на 1,4 і 0,6 %. Ширина грудей за лопатками з віком збільшилась у першій групі телят на 6,6 см, або 37,9 %, другій – на 7,4 см, або 42,3 %, що на 4,4 % більше.

Добре розвинений зад є важливою ознакою екстер'єру у теличок, що пов'язано надалі з величиною молочної продуктивності у корів. У теличок першої групи з віком ширина в макло-

ках збільшилася на 9,4 см, або 43,3 %, другій – на 10,1 см, або 54,6 %. У другій групі за «холодного» вирощування перевага становила 2,9 %.

Отже, суттєвих розбіжностей за основними промірами теличок в обох групах за різного утримання не виявлено, однак тварини другої групи з більшою живою масою мали відповідно і дещо більші основні проміри.

Лінійні проміри тіла тварини не дають повного уявлення про пропорційність її розвитку, тому для отримання об'єктивнішої інформації про особливості екстер'єру провели обчислення індексів тілобудови. Використання їх у практиці значно допомагає визначити гармонійність будови тіла, тип конституції і ступінь вираженості напряму продуктивності та особливості росту тварин в окремі періоди життя.

Пропорції тілобудови теличок змінювалися з віком. Індекс розтягнутості, який характеризує ступінь розвитку тварини, збільшувався, що свідчило про інтенсивніший ріст осьового скелета телиць і про формування тварин молочного напряму продуктивності. За результатами проведених розрахунків на основі лінійних промірів індекс розтягнутості у всі місяці молочного періоду розвитку за «холодного» утримання тварини мали вищі показники. Зокрема, за перший місяць збільшення було на 0,7 п.п., третій – 0,1 і за шостий місяць – на 0,5 п.п. (табл. 5).

Таблиця 5 – Вікові зміни індексів будови тіла ремонтних телиць за різних способів утримання

Показники	Вік телят, міс.	Групи	
		контрольна	дослідна
Розтягнутості	1	105,1±7,11	105,8±6,17
	3	106,9±5,24	107,0±4,57
	6	105,9±6,84	106,4±9,07
Довгоногості	1	59,9±3,20	59,9±3,46
	3	54,0±2,81	53,8±4,28
	6	52,1±3,11	52,7±2,84
Тазогрудний	1	94,6±4,53	94,6±7,08
	3	91,8±3,87	90,7±6,21
	6	86,3±6,43	87,1±7,06
Грудний	1	55,4±3,68	55,9±3,12
	3	53,1±4,08	52,7±1,18
	6	49,6±3,97	51,1±3,65
Збитості	1	101,2±6,07	102,0±6,81
	3	91,6±7,04	98,6±5,09
	6	95,6±3,12	95,7±2,08
Перерослості	1	108,9±4,82	109,1±3,21
	3	107,3±6,54	106,6±4,07
	6	104,6±7,49	103,5±6,24
Костистості	1	14,4±1,05	14,4±0,81
	3	14,2±1,01	14,1±0,45
	6	13,6±0,84	13,4±0,11
Масивності	1	106,4±8,40	107,9±4,19
	3	97,9±6,56	105,5±3,26
	6	101,2±8,03	101,7±5,84

Під час народження кістки скелету тварин краще розвинені у товщину, ніж у довжину, а з віком відбувається ріст у довжину. Якщо індекс костистості становить більш як 15 %, то така тварина має грубий кістяк, менше 14 % – тонкий кістяк. Індекс костистості з віком зменшується, що підтверджено даними досліджень. У теличок за перший місяць утримання цей показник становив 14,4 %, третій – 14,1–14,2 % і шостий – 13,4–13,6 %. Отже, з віком індекс костистості зменшувався і в обох групах він був майже однаковий.

У місячному віці тварини обох груп мали форму тіла більш збиту. В 6-місячному віці індекс збитості зменшився, і тварини ставали довшими до обхвату грудей. У другій групі телят за «холодного» утримання досліджувані показники були вищими від народження до 6-місячного віку, а саме, за перший місяць – на 0,8 п.п., третій – 7,0 і шостий – на 0,1 п.п.

У тварин, що ростуть, індекс довгоногості, який відображає відносний розвиток кінцівок у довжину, з віком зменшується, що є закономірною біологічно обґрунтованою віковою мінливістю. За третій місяць утримання теличок цей показник у другій групі був меншим на 0,2 п.п. порівняно з показниками першої групи, шостий – вищим на 0,6 п.п.

Індекс перерослості у телят за перший місяць утримання був вищим у другій групі, а в подальші місяці – меншим порівняно з першою групою.

Тазогрудний індекс будови тіла з віком зменшується, оскільки ширина заду в маклоках росте довше, ніж ширина грудей за лопатками.

Таке зниження характеризує поліпшення екстер'єру тварин у напрямі бажаного молочного типу. Зазначений показник в обох групах був майже на одному рівні, однак у третьому місяці перевага була у теличок за утримання у приміщенні (на 1,1 п.п.) і шостому – у другій групі (на 0,8 п.п.).

Грудний індекс будови тіла доповнює тазогрудний, і вікові зміни його незначні: від 55,9 до 51,1 % у другій групі, у першій – від 55,4 до 49,6 %.

Індекс масивності дає уявлення про відносний розвиток тулуба. Цей показник у теличок другої групи, порівнюючи з першою, вищий за перший місяць утримання на 1,5 п.п., третій – 7,6 і шостий – на 0,5 п.п.

Отже, аналіз даних індексів тілобудови доводить, що дослідні телята другої групи перевершували ровесників першої. Телички за «холодного» утримання мали більш розтягнутий тулуб, що підтверджується показником індексу розтягнутості.

Висновки. Телята української чорно-рябої молочної породи у період вирощування від народження до 6-місячного віку відзначалися добрими показниками живої маси, які залежали від способу їх вирощування. Найвищими показниками живої маси, кратності збільшення живої маси та середньодобових приростів характеризувалися тварини за «холодного» способу вирощування.

Показники індексу будови тіла теличок свідчать про пропорційність розвитку теличок у віковій динаміці. Індеси розтягнутості та масивності збільшуються з віком, костистості, довгоногості, тазогрудний, збитості – зменшуються. За індексами розтягнутості, довгоногості, збитості, масивності тазогрудний, грудний наприкінці молочного періоду вирощування кращими були тварини за «холодного» утримання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Борисенко Е. Я., Баранова К.В., Лисицын А. П. Практикум по разведению сельскохозяйственных животных. К. М.: Колос, 1984. 223 с.
2. Програма селекції української чорно-рябої молочної породи великої рогатої худоби на 2013-2020 роки/ М.Я. Єфіменко та ін. Інститут генетики і розведення тварин НААН. 2013. 56 с.
3. Обливанцов В. «Холодний» метод вирощування телят. Пропозиція. 2006. № 12. С. 97–99.
4. Інтенсивні технології у молочному скотарстві: монографія/ Т.В. Підпала та ін. Миколаїв, 2018. 250 с.
5. Підпала Т. В., Дровняк О. В. Вирощування телят «холодним» методом. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: збірник наукових праць Білоцерківського державного аграрного університету. 2010. Вип. 3 (72). С. 23–25.
6. Пославська Ю. В., Федорович Є. І., Боднар П. В. Особливості росту живої маси корів різних ліній української чорно-рябої молочної породи у період їх вирощування. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. 3. Гжицького. Сільськогосподарські науки. 2016. Т. 18. № 2. С. 199–203.
7. Разанова О.П. Продуктивність і племінна цінність корів української чорно-рябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. Аграрна наука та харчові технології. 2019. № 4 (107). Т.2. С. 93–104.
8. Рубан Ю.Д. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини. Х., 2005. 577 с.
9. Методика вивчення екстер'єру великої рогатої худоби в онтогенезі/ Й. З. Сірацький та ін. Методики наукових досліджень із селекції, генетики та біотехнології у тваринництві. 2005. С. 98–102.
10. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: монографія/ О.І. Скоромна та ін. ВНАУ, 2020. 174 с.

11. Ставецька Р. В., Рудик І. А. Сучасний стан генофонду української чорно-рябої молочної породи. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. 2011. Вип. 19. С. 164–167.

12. Трончук І.С., Ульянко С.О., Дев'ятко О.С. Особливості росту і живлення телиць української чорно-рябої і голштинської порід. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. № 3. С. 81–85.

13. Троценко З. Г. Вплив темпів розвитку ремонтних телиць української чорно-рябої молочної породи на молочну продуктивність корів-первісток. Вісник Полтавської державної аграрної академії: науково-виробничий фаховий журнал. 2011. № 4. С. 79–81.

14. Чумаченко І. П. Ефективність використання первісток української чорно-рябої молочної породи, вирощених за різних технологій у молочний період. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2014. Вип. 2/2 (25). С. 64–68.

15. Шевчук Б.І. Вплив вирощування теличок у молочно-профілакторний і молочний періоди на майбутню молочну продуктивність корів-первісток. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. 2016. № 116. С. 186–192.

16. Яремчук О.С., Гоцуляк С.В. Адаптація корів української чорно-рябої молочної породи до умов промислової технології. Аграрна наука та харчові технології. 2019. Вип. 1 (104). С. 163–170.

17. Butler L., Daly R., Wright C. Cold stress and newborn calves. Extension Extra. 2006. № 73. P. 1–3.

18. Lavinia F., Silva M., Maris C., Bittar M. Thermogenesis and some rearing strategies of dairy calves at low temperature – a review. Journal of applied animal research. 2019. Vol. 47. № 1. P. 115–122.

REFERENCES

1. Borisenko, E.Ya., Baranova, K.V., Lisitsyn, A.P. (1984). Praktikum po razvedeniyu selskohozyaystvennykh zhivotnykh [Livestock breeding workshop]. M.: Kolos, 223 p.

2. Iefimenko, M.Ia., Ruban, S.Iu., Biriukova, O.D. (2013). Prohrama selektsii ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody velykoi rohatoi khudoby na 2013-2020 roky [Breeding program of the Ukrainian black-and-white dairy breed of the great horned thinness for 2013-2020 rock]. Instytut henetyky i rozvedennia tvaryn NAAN [Institute of Genetics and Animal Breeding NAAS]. 56 p.

3. Oblyvantsov, V. (2006). «Kholodnyi» metod vyroshchuvannya teliat [Cold "method of viroshuvannya calves]. Propozytsiia [Proposition]. no. 12, pp. 97–99.

4. Pidpala, T.V., Ostapenko, O.M., Yasevin, S.Ie. (2018). Intensyvni tehnologii u molochnomu skotarstvi: monografija [Intensive technologies in dairy farming: a monograph]. Mykolaiv, 250 p.

5. Pidpala, T.V., Drovniak, O.V. (2010). Vyroshchuvannya teliat «kholodnym» metodom [Raising calves by the "cold" method]. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva: zbirnyk naukovykh prats Bilotserkivskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu [Technology of production and processing of livestock products: a collection of scientific works of Bila Tserkva State Agrarian University]. Issue 3 (72), pp. 23–25.

6. Poslavska, Yu.V., Fedorovych, Ye. I., Bodnar, P.V. (2016). Osoblyvosti rostu zhyvoi masy koriv riznykh liniy ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody u period yikh

vyroshchuvannya [Particularities of the growth of the living mass of cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed during the period of their development]. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarynoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho. [Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytskyi]. Silskohospodarski nauky [Agricultural sciences]. Vol. 18, no. 2, pp. 199–203.

7. Razanova, O.P. (2019). Produktivnist i pleminna tsinnist koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody riznykh liniy plemreproduktora Vinnychchyny [Productivity and pedigree value of Ukrainian black-spotted dairy cows of different breeding lines of Vinnytsia region]. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii [Agricultural science and technology]. no. 4 (107), Vol. 2, pp. 93–104.

8. Ruban, Yu.D. (2005). Skotarstvo i tekhnolohiia vyrobnytstva moloka ta yalovychyny [Livestock and milk and beef production technology]. Kh., 577 p.

9. Siratskyi, Y.Z., Fedorovych, Ye.I., Danylkiv, Ya.N. (2005). Metodyka vyvchennia eksterieru velykoi rohatoi khudoby v ontogenezi [Methods of studying the exterior of cattle in ontogenesis]. Metodyky naukovykh doslidzen iz selektsii, henetyky ta biotekhnolohii u tvarynnytstvi [Research methods in breeding, genetics and biotechnology in animal husbandry]. pp. 98–102.

10. Skoromna, O.I., Razanova, O.P., Polishchuk, T.V., Shevchuk, T.V., Paladiichuk, O.R., Bernyk, I.M. (2020). Rozrobka naukovykh obgruntovanykh zakhodiv pidvyshchennia produktyvnosti koriv molochnoho napriamu ta pokrashchennia yakosti syrovyny za rakhunok innovatsii ta doslidzhen v umovakh vyrobnytstva: monohrafiia [Development of scientifically substantiated measures to increase the productivity of dairy cows and improve the quality of raw materials through innovation and research in production: a monograph]. VNAU, 174 p.

11. Stavetska, R.V., Rudyk, I.A. (2011). Suchasnyi stan henofondu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Suchasny camp for the gene pool of the Ukrainian black-and-white dairy breed]. Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnogo ahrarno-tekhnichnoho universytetu [Collection of scientific works of Podolsk State Agrarian and Technical University]. Issue 19, pp. 164–167.

12. Tronchuk, I.S., Ulianko, S.O., Deviatko, O.S. (2010). Osoblyvosti rostu i zhyvlennia telyts ukrainskoi chornoriaboi i holshtynskoi porid [Peculiarities of growth and nutrition of heifers of Ukrainian black-spotted and Holstein breeds]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no. 3, pp. 81–85.

13. Trotsenko, Z.H. (2011). Vplyv tempiv rozvytku remontnykh telyts ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody na molochnu produktyvnist koriv-pervistok [Infusing the rate of development of repair heifers of the Ukrainian black-and-white dairy breed on the milk productivity of first-stock cows]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii: Naukovo-vyrobnychi fakhovi zhurnal [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy: Science and Virology Journal]. no. 4, pp. 79–81.

14. Chumachenko, I. P. (2014). Efektyvnist vykorystannia pervistok ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody, vyroshchennykh za riznykh tekhnolohii u molochnyi

period [Efficiency of using the firstborn of the Ukrainian black-spotted dairy breed, bred by different technologies in the milk period]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. Issue 2/2 (25), pp. 64–68.

15. Shevchuk, B.I. (2016). Vplyv vyroshchuvannya telychok u molozhynno-profilaktornyi i molochnyi periody na maibutniu molochnu produktyvnist koriv-pervistok [Influence of heifer rearing in colostrum-prophylactic and milk periods on future milk productivity of first-born cows]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN* [Scientific and technical bulletin of IT NAAS]. no. 116, pp. 186–192.

16. Iaremchuk, O.S., Hotsuliak, S.V. (2019). Adaptatsiia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody do umov promyslovoi tekhnolohii [Adaptation of Ukrainian black-and-white dairy cows to the conditions of industrial technology]. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii* [Agricultural science and food technology]. Issue 1 (104), pp. 163–170.

17. Butler, L., Daly, R., Wright, C. (2006). Cold stress and newborn calves. *Extension Extra*. no. 73, pp. 1–3.

18. Lavínia, F., Silva, M., Maris, C., Bittar, M. (2019). Thermogenesis and some rearing strategies of dairy calves at low temperature – a review. *Journal of applied animal research*. Vol. 47, no. 1, pp. 115–122.

Возрастная динамика роста и развития телят молочного периода в зависимости от способа их содержания

Разанова Е.П.

Изложены результаты оценки ремонтных телок молочного периода выращивания украинской черно-пестрой молочной породы по интенсивности роста и развития при различных способах содержания. Молодняк контрольной группы выращивали согласно традиционной технологии в помещении телятника в клетках Эверса, исследовательской группы – «холодным» методом. Живую массу животных определяли на основе данных ежемесячного взвешивания в период их выращивания. Живая масса и интенсивность роста в молочный период выращивания высокими были в группе телят при «холодном» выращивания. Живая масса в 3-месячном возрасте – 101,8–105,2 кг, в 6-месячном – 171,3–178,3 кг. Установлено, что по живой массе в 6-месячном возрасте животные «холодного» метода содержания были лучше на 7,0 кг, или 4,1 %, животные первой группы увеличили свою живую массу в 5,24 раза, второй – в 5,37 раза. Среднесуточный прирост ремонтного молодняка во второй группе был выше на 36 г по сравнению с содержанием телят в помещении. Существенных разногласий по линейным промерам телок обеих групп в возрасте до 3 месяцев не обнаружено, различия нача-

ли проявляться, начиная с третьего месяца и до конца молочного периода выращивания. Телки, выращенные «холодным» способом, с большей живой массой имели соответственно и большие основные промеры. Пропорции телосложения телок менялись с возрастом. Индексы растянутости и массивности увеличиваются с возрастом, костистости, довгоногости, тазогрудный, сбитости – уменьшаются. Индексы телосложения (растянутости, довгоногости, сбитости, массивности тазогрудный, грудной) на конец молочного периода доказывают, что телки «холодного» содержания превосходили сверстниц, выращенных в помещении профилактория.

Ключевые слова: телята, живая масса, среднесуточный прирост, промеры, индексы телосложения, традиционный и холодный способ содержания.

Age dynamics of growth and development of calves of the dairy period depending on a way of their maintenance Razanova O.

The results of the assessment of replacement heifers of the dairy period of growing the Ukrainian black-and-white dairy breed according to the intensity of growth and development with various methods of keeping are presented. The young of the control group were raised according to the traditional technology in the calf room in Evers cages, the experimental group - "cold" method. Live weight of animals was determined on the basis of monthly weighing data during their rearing. Live weight and growth intensity in the lactation period were the highest in the group of calves during "cold" rearing. Live weight at 3 months of age - 101.8-105.2 kg, at 6 months - 171.3-178.3 kg. It was found that in terms of live weight at 6 months of age, cold-fed animals were better by 7.0 kg, or 4.1%, animals of the first group increased their live weight by 5.24 times, the second - by 5.37 times. The average daily gain of repair young in the second group was higher by 36 g compared to keeping calves indoors. No significant differences in the linear measurements of heifers of both groups under 3 months of age were detected, the differences began to appear from the third month until the end of the lactation period. Heifers raised in the "cold" way, with a larger live weight had, accordingly, larger basic measurements. The proportions of the physique of heifers changed with age. Indices of stretching and massiveness increase with age, bony, long-legged, pelvic, beaten - decreases. There were animals for "cold" keeping. Indices of physique (stretch, long-legged, beaten, massive pelvic, thoracic) at the end of the milk period show that heifers in the "cold" content exceeded their peers grown indoors prophylaxis.

Key words: calves, live weight, average daily gain, measurements, body mass indices, traditional and cold way of keeping.



Copyright: Разанова О.П. © 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.



Разанова О.П.

ID <https://orcid.org/0000-0001-5552-9356>

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

УДК 636.59

М'ясна продуктивність перепелів за випоювання нанокристалічного діоксиду церіюЗоценко В.М. , Бітюцький В.С. , Островський Д.М. , Андрійчук А.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Зоценко В.М. E-mail: vladimirzotsenko@gmail.com

Зоценко В.М., Бітюцький В.С., Островський Д.М., Андрійчук А.В. М'ясна продуктивність перепелів за випоювання нанокристалічного діоксиду церію. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 57–64.

Zocenko V.M., Bitjuc'kyj V.S., Ostrov's'kyj D.M., Andriychuk A.V. M'jasna produktyvnist' perepeliv za vypojuvannja nanokrystalichnogo dioksydu ceriju. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnystva», 2021. № 1. PP. 57–64.

Рукопис отримано: 31.03.2021 р.
Прийнято: 14.04.2021 р.
Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-57-64

Останнім часом дедалі більшої популярності набуває використання наноматеріалів у птахівництві як кормових добавок, здатних підвищити продуктивність стада. До наноматеріалів з широким спектром дії належить нанокристалічний діоксид церію. Завдяки кисневій нестехіометрії і низькій токсичності наночастинки діоксиду церію є перспективним об'єктом для сільського господарства.

Наведено результати вивчення м'ясної продуктивності перепелів породи Фараон за випоювання нанокристалічного діоксиду церію у складі кормової добавки Наноцерій. Дослідження проведено на перепелах у період вирощування з 14 до 49 доби. Для проведення експерименту із птиці добового віку сформували дві групи (контрольну і дослідну) по 24 голів у кожній. Перепелів утримували в умовах віварію, у клітках-батареях за дотримання встановлених вимог мікроклімату. Птиця обох груп отримувала комбікорм, розроблений з урахуванням віку і фізіологічних особливостей. З питною водою птиця дослідної групи отримувала нанокристалічний діоксид церію у складі кормової добавки Наноцерій у дозі 8,6 мг на літр води упродовж 35 діб.

Облік поголів'я перепелів та їх зважування проводили щотижнево, починаючи з добового віку. Визначали такі показники: збереженість, динаміку живої маси, середньодобові прирости живої маси. За результатами контрольного забою та анатомічного розбирання визначали масу тушки і масу їстівної частини. Забійні якості та морфологічний склад тушок перепелів визначали анатомічним розбиранням із визначенням таких показників: передзабійна маса, маса напівпатраної, патраної тушки, забійний вихід, маса їстівних частин.

Випоювання кормової добавки Наноцерій молодняку перепелів підвищувало їх збереженість на 4,17 %, живу масу і абсолютний середньодобовий приріст – на 20,3 і 0,48 г ($P < 0,05$) відповідно. Додавання до питної води перепелам НДЦ сприяло збільшенню їх передзабійної маси на 19,3 г, напівпатраної тушки – на 18,0 г, патраної – на 17,5 г порівняно з контрольною групою. Тушки перепелів дослідної групи характеризувались вищим виходом їстівних частин порівняно з птицею, яка споживала чисту воду.

Ключові слова: перепела, нанокристалічний діоксид церію, маса тіла, приріст, показники забою, вихід їстівних частин.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Японський перепел (*Coturnix*, *Coturnix japonica*) – найменший пташиний вид, який вирощується в штучних умовах і забезпечує населення якісним та екологічно безпечним м'ясом і яйцями. Скоростиглість, легка адаптація до зовнішніх чинників та стійкість до

інфекційних хвороб сприяють світовому поширенню перепелівництва як галузі. Розведення перепелів є комерційно вигідним і технологічно доцільним. М'ясо перепелів багате білками з високим умістом незамінних амінокислот, макро- та мікроелементами, вітамінами групи В і водночас низькокалорійне. Воно має ніжну

консистенцію, достатню соковитість, приємний аромат, а тому вважається дієтичним, екологічно безпечним продуктом, який користується високим попитом у споживачів [1, 2].

Промислова технологія вирощування птиці, зокрема перепелів, пов'язана з об'єктивними чинниками, які обумовлюють стрес. Виділяють чотири основних типи стресу: технологічний, екологічний, кормовий та внутрішній. [3, 4]. Більшість із них пригнічують репродуктивні показники (плодючість, виводимість), знижують конверсію корму і середньодобові прирости маси тіла, пригнічують імунореактивність, що збільшує летальність птиці. Відомо [5, 6], що на клітинному рівні більшість негативних наслідків стресів пов'язані з окиснювальним стресом – дисбалансом прооксидантів та ендогенних антиоксидантів в організмі. Утворення надлишку вільних радикалів, зокрема активних форм кисню (АФК), призводить до пошкодження мембран клітини, білків, нуклеїнових кислот. Окиснення ліпідів і білків м'яса птиці розглядається як основна загроза його якості, зменшує термін придатності продуктів і може призвести до утворення продуктів, потенційно шкідливих для здоров'я споживачів [7].

Ступінь та негативні наслідки окиснювального стресу *in vivo* можна регулювати додаванням до кормів птиці антиоксидантів: вітамінів А, С, Е, мікроелементів (Zn, Se, Cu, Fe), сполук поліфенолів та ін. [8]. Екзогенні антиоксиданти нейтралізують вільні радикали, або стабілізують їх, віддаючи необхідний електрон, і в такий спосіб сприяють балансу між ендогенними вільними радикалами та системою антиоксидантного захисту в організмі. Використання мікроелементів у годівлі птиці обмежується низькою їх біодоступністю, токсичністю високих доз, схильністю до кумуляції. Опосередкувати такі недоліки мінералів дає змогу нанотехнологія. Наночастинки мають більшу біодоступність, хімічну нейтральність і головне – вищу фізичну активність.

Згодовування наночастинок мікроелементів позитивно впливає на продуктивність і здоров'я птиці [9, 10]. Деякі дослідники вказують на доцільність додавання в корми для птиці антиоксиданта нанокристалічного діоксиду церію (НДЦ) [11, 12]. За сукупністю антиоксидантних властивостей НДЦ не поступається вітамінам С і Е – препаратам, що широко використовують у птахівництві для протидії окиснювальному стресу [3, 4]. Детально молекулярно-клітинні механізми біометричної та антиоксидантної дії НДЦ викладено в роботах [15, 16.]

Наведені вище дані свідчать про перспективність використання сполук церію в птахівництві з метою підвищення продуктивності птиці, що зумовлює необхідність детальнішого вивчення впливу НДЦ та ефективність виробництва продукції птахівництва.

Мета дослідження – вивчити показники м'ясної продуктивності перепелів породи Фараон за вypoювання кормової добавки Наноцерій.

Матеріал і методи дослідження. Дослід було проведено в умовах віварію Білоцерківського НАУ. Із добового молодняку перепелів було сформовано дві групи – контрольну і дослідну по 24 голови у кожній (12 самок і 12 самців). Формування груп-аналогів проводили з урахуванням живої маси птиці та фізіологічних показників – рухливість, оперення, стан пуповини.

Щільність посадки в клітку, параметри мікроклімату, світловий режим, фронт годівлі та основний раціон відповідали нормам, прийнятим у перепелівництві. Корм і воду птиця споживала *ad libitum*.

Починаючи з 14 доби експерименту і до його завершення (49 доба) у питну воду перепелів дослідної групи додавали кормову добавку Наноцерій (ТУУ 10.9–2960512097–003. 2018) у дозі 8,6 мл на літр питної води. Кормова добавка являє собою водну дисперсію НДЦ із середнім розміром частинок 2–7 нм. Наночастинки діоксиду церію отримують колоїдно-хімічним методом, дегідролізуєчи солі церію в присутності стабілізатора цитрату натрію.

Облік поголів'я перепелів та їх зважування проводили щотижнево, починаючи з добового віку. Визначали такі показники: збереженість, динаміку живої маси, середньодобові абсолютні прирости живої маси за загальноприйнятими методиками [17].

Після завершення експерименту було відібрано по 10 голів перепелів (5 самців і 5 самок) з кожної групи і проведено контрольний забій з подальшим анатомічним розбиранням та обвалюванням тушок згідно з рекомендаціями [18].

Біометричне оброблення одержаних даних проводили за допомогою програмного забезпечення MS EXCEL 2010, за трьох рівнів статистичної значущості: * $P < 0,005$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Результати дослідження та обговорення. Вypoювання НДЦ позитивно вплинуло на збереженість птиці (рис. 1).

Так, у дослідній групі збереженість була вищою порівняно з контролем. У дослідженнях збереженість поголів'я перепелів знаходиться в межах вимог: до 4-тижневого віку – не нижче 91 %, у період 4–6 тижнів – 99 % [19]. Важ-

ливим показником фізіологічного стану і повноцінності раціону перепелів є їх жива маса. Аналіз динаміки живої маси (табл. 1) свідчить, що додавання в питну воду кормової добавки Наноцерій позитивно впливає на м'ясну продуктивність поголів'я. Так, на початку досліду в добовому віці середня жива маса перепелів дослідної і контрольної груп була тотожною і коливалась у межах 9,2 – 9,4 г.

Починаючи з 21 доби вирощування, у перепелів дослідної групи жива маса була більшою на 10,6 % ($P<0,01$), на 28, 35, 42 і 49-у добу збільшилась відповідно на 13,2 % ($P<0,01$), 11,9 % ($P<0,01$), 11,7 % ($P<0,01$), 7,9 % ($P<0,05$) порівняно з аналогічними показниками перепелів контрольної групи. Валовий приріст живої маси за дослід становив у контрольній групі $250,9 \pm 1,52$, а дослідній – $271,2 \pm 1,48$, що на 20,3 г вище ($P<0,05$).

Про збільшення приросту живої маси тіла перепелів за вживання діоксиду церію у формі наночастинок повідомляють інші автори [20].

Аналізуючи показники абсолютних приростів живої маси перепелів (табл. 2) необхідно відмітити, що до 14-добового віку (початок вживання НДЦ) у обох групах він був на одному рівні. Починаючи з 3-го тижня, відбулося зростання показника. Зокрема з 14 до 21 доби середньодобові прирости у птиці дослідної групи були більшими на 1,68 г, або 19,1 % ($P<0,05$), 21–28 добу – на 1,38 г, або 18,8 % ($P<0,05$), 28–35 добу – на 0,63 г або 15,2 % ($P<0,05$), 35–42 добу – на 0,75 г, або 10,4 % ($P<0,05$). Заразом відмічено зниження середньодобового приросту у перепелів дослідної групи в період 42–49 доби відповідно на 1,12 г, або 33,3 % ($P<0,05$).

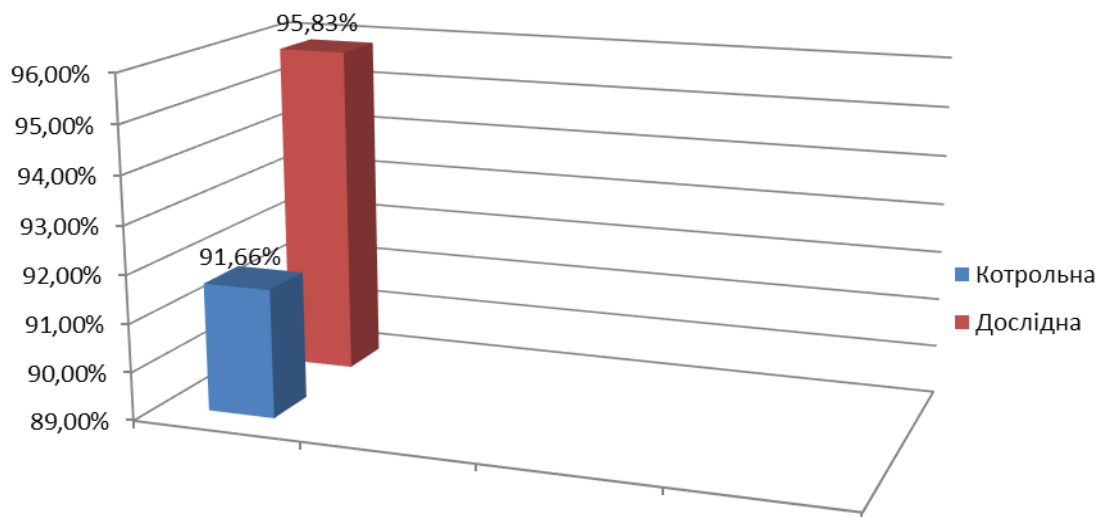


Рис. 1. Збереженість перепелів за використання НДЦ.

Таблиця 1 – Динаміка живої маси перепелів, г ($M \pm m$, $n = 24$)

Вік, діб	Група		± до контролю, г
	Контрольна	Дослідна	
1	9,2±0,15	9,4±0,18	+0,2
7	15,8±0,28	15,7±0,3	-0,1
14	46,5±0,42	47±0,5	+0,5
21	99,4±0,71	109,9±0,74*	+10,5
28	143,3±0,62	162,2±0,73**	+18,9
35	190,1±0,78	212,8±1,02**	+22,7
42	233,2±1,13	260,4±1,43**	+27,2
49	260,1±1,32	280,6±1,41*	+20,5
56	268,2±1,39	288,4±1,42*	+20,2
Валовий приріст за дослід	250,9±1,52	271,2±1,48*	+20,3
% до контролю	100	107,34	+7,34

Примітка: * $P<0,005$, ** $P<0,01$ порівняно з контролем.

Таблиця 2 – Середньодобові прирости живої маси перепелів, г ($M \pm m$, $n = 24$)

Вік, дів	Середньодобовий приріст		± до, контролю
	Контрольна	Дослідна	
7	1,1±10,3	1,05±0,02	-0,05
14	5,11±0,09	5,22±0,018	+0,11
21	8,8±0,26	10,48±0,39*	+1,68
28	7,32±0,29	8,7±0,31*	+1,38
35	7,8±0,21	8,43±0,29*	+0,63
42	7,18±0,19	7,93±0,25*	+0,75
49	4,48±0,021*	3,36±0,35	-1,12
За період досліду	5,97±0,21	6,45±0,26*	+0,48

Примітка: * $P < 0,005$ порівняно з контролем.

За 49 дів вирощування середньодобовий приріст живої маси становив 5,97 г у контрольній групі і 6,45 г у дослідній, що на 0,48 г більше ($P < 0,05$).

Зниження середньодобових приростів на сьомому тижні вирощування перепелів спостерігали інші автори [21]. Така ситуація пояснюється статевим дозріванням і початком яйцекладки. НДЦ прискорює [20] та інтенсифікує яйцекладку [22], тому в контрольній групі спостерігали більш різке зниження середньодобового приросту живої маси перепелів.

Результати контрольного забою наведено в таблиці 3. Аналіз отриманих даних свідчить про позитивний вплив НДЦ на м'ясну продуктивність перепелів. Відомо, що показники забою прямо корелюють з живою масою птиці перед її забоєм. У досліді передзабійна жива маса перепелів дослідної групи була на 19,3 г ($P < 0,05$) вища, ніж показник контрольної групи.

Відповідно до змін передзабійної маси змінювалася маса тушки після знекровлення, напівпатраних і патраних тушок. Так, випоюван-

ня НДЦ сприяло збільшенню маси тушки після знекровлення на 18,4 г ($P < 0,05$), напівпатраної і патраної тушки – відповідно на 18,0 та 17,5 г ($P < 0,05$).

Збільшення маси тушок дослідної групи було обумовлене кращим розвитком м'язів грудної і тазової кінцівок. Так, тушки перепелів дослідної групи мали масу грудних м'язів 62,4 г, а м'язів тазових кінцівок – 24,3 г, що на 5,3 ($P < 0,05$) і 2,7 г ($P < 0,05$) відповідно більше за показники контрольної групи.

За масою внутрішніх органів перепелів суттєвих відмінностей між групами не виявлено, однак зберігалася тенденція їх збільшення в дослідній групі.

Для більш об'єктивного оцінювання показників забою перепелів визначали вихід продуктів забою: відношення маси тушки (після знекровлення, патраної, напівпатраної) та її їстівних частин до передзабійної маси птахів у відсотках (табл. 4). Наведені дані свідчать, що показники виходу тушки після знекровлення, напівпатраної і патраної не мають істотних відмінностей.

Таблиця 3 – Показники забою перепелів, г ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Група		± до, контролю
	Контрольна	Дослідна	
Передзабійна жива маса	267±1,36	286± 1,38*	+19,3
Маса тушки після знекровлення	258,5±1,3	276,9±1,4*	+18,4
Маса напівпатраної тушки	240,8±1,25	258,8±1,31*	+18
Маса патраної тушки	197,8±1,2	215,3±1,29*	+17,5
Їстівні частини: м'язи грудні	57,1±0,4	62,4±0,6*	+5,3
М'язи тазових кінцівок	21,6±0,31	24,3±0,42*	+2,7
Шкіра з підшкірним жиром	18,16±0,57	19,19±0,45	+1,03
Внутрішній жир	6,14±0,41	7,15±0,49	+1,01
Печінка	4,88±0,09	5,11±0,24	+0,23
Легені	2,25±0,06	2,31±0,07	+0,06
Серце	2,14±0,13	2,35±0,16	+0,21
М'язовий шлунок	3,36±0,32	3,45±0,28	+0,029

Примітка: * $P < 0,005$ порівняно з контролем.

Таблиця 4 – Вихід продуктів забою дослідних перепелів, % ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Група	
	Контрольна	Дослідна
Маса тушки після знекровлення	96,8±0,36	96,7±0,32
Маса напівпатраної тушки	90,2±0,29	90,4±0,3
Маса патраної тушки	74,1±0,27	75,2±0,24
Вихід їстівних частин: грудні м'язи	21,4±0,2	21,8±0,1 [*]
М'язи стегна	8,1±0,13	8,5±0,2 [*]
Серце	0,8±0,06	0,82±0,1
Печінка	1,8±0,06	1,82±0,1
М'язовий шлунок (без кутикули)	1,24±0,071	1,3±0,088
Легені	0,84±0,06	0,81±0,07
Шкіра з підшкірним жиром	6,8±0,14	6,7±0,15
Внутрішній жир	2,3±0,31	2,5±0,5
Всього їстівних частин	43,2±0,28	44,1±0,32 [*]

Примітка: ^{*} $P < 0,005$ порівняно з контролем.

Найціннішим складником тушки є її їстівна частка. Анатомічне розділення досліджуваних тушок перепелів доводить, що вихід їстівних частин у представників дослідної групи був достовірно вищим на 0,9 % ($P < 0,05$). Збільшення виходу їстівних частин відбувається через грудні м'язи і задні кінцівки на 0,4 і 0,4 % ($P < 0,05$) відповідно. Вихід інших їстівних частин не має достовірних відмінностей між показниками дослідної і контрольної груп. За комплексом ознак, які є визначальними для характеристики м'ясної продуктивності птиці (жива маса, середньодобові прирости, м'ясні якості), перепели дослідної групи мали кращі показники. Незважаючи на використання сполук церію як стимуляторів продуктивності тварин і птиці, механізм їх дії на молекулярно-клітинному рівні не встановлено остаточно.

Аналіз оглядів цієї тематики [23, 24, 25] дає змогу припустити, що ріст продуктивності

птиці є результатом зменшення пероксидного окиснення білків і ліпідів, а також посилення імунореактивності організму завдяки регуляції мікробіоценозу.

Висновки. 1. Випоювання кормової добавки Наноцерій молодняку перепелів породи Фараон збільшує їх збереженість на 4,17 %, підвищує живу масу та абсолютний середньодобовий приріст відповідно на 20,3 і 0,48 г.

2. Додавання до питної води перепелів м'ясного напряму продуктивності НДЦ сприяє підвищенню їх передзабійної маси на 19,3 г, напівпатраної тушки – 18,0 г, патраної – 17,5 г порівняно з контрольною групою.

3. Тушки перепелів дослідної групи характеризуються вищим виходом їстівних частин на 0,9 %, грудних м'язів – 0,4 % та м'язів тазових кінцівок – на 0,4 % порівняно з перепелами, які споживали чисту воду.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Santhi D., Kalaikannan A. Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) meat: characteristics and value addition. *World's poultry science journal*. 2017. Vol. 73. P. 337–344. Doi: <https://doi.org/10.1017/S004393391700006X>
2. Lukanov H. Domestic quail (*Coturnix japonica domestica*), is there such farm animal? *World's poultry science journal*. 2019. Vol. 75. P. 547–558. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933919000631>
3. Surai P.F., Visinin V.I. Vitagenes in poultry production: Part 1. Technological and environmental stresses. *World's poultry science journal*. 2019. Vol. 72. P. 721–734. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933916000714>
4. Surai P. F., Fisinin V. I. Vitagenes in poultry production: Part 2. Nutritional and internal stresses. *World's poultry science journal*. 2016. Vol. 72. P. 761–772. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933916000726>
5. Estévez M. Oxidative damage to poultry: from farm to fork. *Poultry science*. 2015. 94. P. 1368–1378. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps/pev094>
6. Villaverde A., Parra V., Estévez M. Oxidative and nitrosative stress induced in myofibrillar proteins by a hydroxyl-radical-generating system: impact of nitrite and ascorbate. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2014. 62. P. 2158–2164. Doi: <https://doi.org/10.1021/jf405705t>
7. Antioxidant effectiveness of vegetable powders on the lipid and protein oxidative stability of cooked turkey meat patties: implications for health / G. Duthie et al. *Nutrients*. 2013. 5. P. 1241–1252. Doi: <https://doi.org/10.3390/nu5041241>
8. Review: In vivo and postmortem effects of feed antioxidants in livestock: a review of the implications on authorization of antioxidant feed additives / S. A. Salami et

all. *Animal*. 2016. Vol. 10. P. 1375–1390. Doi:<https://doi.org/10.1017/S1751731115002967>

9. Hassan S., Hassan F. U., Rehman M. S. Nano-particles of trace minerals in poultry nutrition: potential applications and future prospects. *Biol trace elem res*. 2020. 195. P. 591–612. Doi:<https://doi.org/10.1007/s12011-019-01862-9>

10. Patra A., Lalhriatpuii M. Progress and prospect of essential mineral nanoparticles in poultry nutrition and feeding—a review. *Biol trace elem res*. 2020. 197. P. 233–253. Doi:<https://doi.org/10.1007/s12011-019-01959-1>

11. Використання наночастинок металів та неметалів у птахівництві / О.С. Цехмістренко та ін. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2019. № 2. С. 113–130. Doi:<https://doi.org/10.33245/2310-9289-2019-150-2-113-130>

12. Perspectives of cerium nanoparticles use in agriculture / V. S. Bityutsky et al. *The animal biology*. 2017. № 19. С. 9–17. Doi:<http://doi.org/10.15407/animbiol19.03.009>

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

14. Antioxidant cerium oxide nanoparticles in biology and medicine / B. C. Nelson et al. *Antioxidants* (Basel). 2016. 5. 15 p. Doi:<https://doi.org/10.3390/antiox5020015>

15. Shape-specific nanoceria mitigate oxidative stress-induced calcification in primary human valvular interstitial cell culture / Y. Xue et al. *Cell mol bioeng*. 2017. 10. P. 483–500. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12195-017-0495-6>

16. Inbaraj B. S., Chen B. H. An overview on recent in vivo biological application of cerium oxide nanoparticles. *Asian journal of pharmaceutical sciences*. 2020. 15. P. 558–575. Doi:

17. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / Ібатулін та ін. Київ: Аграр. Наука. 2017. 327 с.

18. Методические рекомендации по проведению анатомической разделки тушек и органической оценки количества мяса и яиц / Лукашенко В.С. и др. Всерос. Науч. Исслед. И технол. Ин-т птицеводства. ВНИТИП. 2004. 27 с.

19. Штеле А. Л., Османян А. К., Афанасьев Г. Д. Яичное птицеводство. Санкт-Петербург: Лань, 2011. 272 с.

20. Вплив наночастинок діоксиду церію на інтенсивність росту та споживання кормів молодняком перепілок / М. Я. Співак та ін. *Ветеринарна медицина*. 2013. № 97. С. 470–472.

21. Наумова В. В., Донец В. Н. Мясная продуктивность перепелов породы фараон в разные сроки выращивания. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2013. № 4. С. 93–96.

22. Вплив нанокристалічного діоксиду церію на яєчну продуктивність перепелів / М. Я. Співак та ін. *Сучасне птахівництво*. 2013. № 3. С. 22–24.

23. Цехмістренко О., Бітюцький В., Цехмістренко С., Співак М. Вплив наночастинок діоксиду церію на біохімічні показники в організмі курчат-бройлерів. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування*. 2020. № 6. С. 112–117. Doi:<https://doi.org/10.31890/vtp.2020.06.20>

24. 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>

25. Nanotechnologies and environment: A review of pros and cons / O.S. Tsekhmistrenko et al. *Ukrainian journal of ecology*. 2020. 10(3). P. 162–172. Doi:https://doi.org/10.15421/2020_149

REFERENCES

1. Santhi, D., Kalaikannan, A. (2017). Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) meat: characteristics and value addition. *World's poultry science journal*. Vol. 73, pp. 337–344. Available at:<https://doi.org/10.1017/S004393391700006X>

2. Lukanov, H. (2019). Domestic quail (*Coturnix japonica domestica*), is there such farm animal? *World's poultry science journal*. Vol. 75, pp. 547–558. Available at:<https://doi.org/10.1017/S0043933919000631>

3. Surai, P.F., Visinin, V.I. (2019). Vitagenes in poultry production: Part 1. Technological and environmental stresses. *World's poultry science journal*. Vol. 72, pp. 721–734. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0043933916000714>

4. Surai, P.F., Fisinin, V.I. (2016). Vitagenes in poultry production: Part 2. Nutritional and internal stresses. *World's poultry science journal*. Vol. 72, pp. 761–772. Available at:

5. Estévez, M. (2015). Oxidative damage to poultry: from farm to fork. *Poultry science*. Vol. 94, pp. 1368–1378. Available at:<https://doi.org/10.3382/ps/pev094>

6. Villaverde, A., Parra, V., Estévez, M. (2014). Oxidative and nitrosative stress induced in myofibrillar proteins by a hydroxyl-radical-generating system: impact of nitrite and ascorbate. *Journal of agricultural and food chemistry*. 62, pp. 2158–2164. Available at:<https://doi.org/10.1021/jf405705t>

7. Duthie, G., Campbell, F., Bestwick C. (2013). Antioxidant effectiveness of vegetable powders on the lipid and protein oxidative stability of cooked turkey meat patties: implications for health. *Nutrients*. 5, pp. 1241–1252. Available at:<https://doi.org/10.3390/nu5041241>

8. Salami, S.A., Guinguina, A., Agboola, J.O. (2016). Review: In vivo and postmortem effects of feed antioxidants in livestock: a review of the implications on authorization of antioxidant feed additives. *Animal*. Vol. 10, pp. 1375–1390. Available at:<https://doi.org/10.1017/S1751731115002967>

9. Hassan, S., Hassan, F.U., Rehman, M.S. (2020). Nano-particles of trace minerals in poultry nutrition: potential applications and future prospects. *Biol trace elem res*. 195, pp. 591–612. Available at:<https://doi.org/10.1007/s12011-019-01862-9>

10. Patra, A., Lalhriatpuii, M. (2020). Progress and prospect of essential mineral nanoparticles in poultry nutrition and feeding—a review. *Biol trace elem res*. 197, pp. 233–253. Available at:<https://doi.org/10.1007/s12011-019-01959-1>

11. Tsekhmistrenko, O.S., Bityutsky, V.S., Tsekhmistrenko, S.I. (2019). Viktorstannja nanochastinok metaliv ta nemetaliv u ptahivnictvi [Use of metal and non-metal nanoparticles in poultry farming]. *Tehnologija virobniatva i pererobki produkciї tvarinnictva* [Technology of production and processing of livestock products]. no. 2, pp. 113–130. Available at:<https://doi.org/10.33245/2310-9289-2019-150-2-113-130>

12. Bityutsky, V.S., Tsekhmistrenko, O.S., Tsekhmistrenko, I.I. (2017). Perspectives of cerium nanoparticles use in agriculture. *The animal biology*. no. 19, pp. 9–17. Available at:<https://doi.org/10.15407/animbiol19.03.009>

13. Tsekhmistrenko, O.S., Tsekhmistrenko, S.I., Bityutskyy, V.S. (2018). Biomimetychna ta antyoksydantna aktyvnist' nanokrystalichnogo dioksydu ceriju [Biomimetic and antioxidant activity of nanocrystalline cerium dioxide]. *Svit medycyny ta biologii* [The world of medicine and biology]. no. 1(63), pp.196–201.

14. Nelson, B.C., Johnson, M.E., Walker M.L. (2016). Antioxidant cerium oxide nanoparticles in biology and medicine. *Antioxidants* (Basel). 5, 15 p. Available at: <https://doi.org/10.3390/antiox5020015>

15. Xue, Y., Hilaire, C.S., Hortells, L. (2017). Shape-specific nanoceria mitigate oxidative stress-induced calcification in primary human valvular interstitial cell culture. *Cell mol bioeng*. 10. pp. 483–500. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12195-017-0495-6>

16. Inbaraj, B.S., Chen, B.H. (2020). An overview on recent in vivo biological application of cerium oxide nanoparticles. *Asian journal of pharmaceutical sciences*. 15, pp. 558–575. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2019.10.005>

17. Ibatulin, I.I. (2017). Metodologija ta organizacija naukovih doslidzhen' u tvarinnictvi [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. Kyiv: Agrarian. Science, 327 p.

18. Lukashenko, V.S. (2004). Metodicheskie rekomendacii po provedeniju anatomicheskoy razdelki tushek i organicheskoy ocenki kolichestva mjasa i jaic [Guidelines for the anatomical cutting of carcasses and organic assessment of the amount of meat and eggs]. *Vseros. Nauch. Issled. [All-Russian Scientific Research]. And technol. Inst. poultry farming. VNITP*, 27 p.

19. Shtele, A.L., Osmanjan, A.K., Afanas'ev, G.D. (2011). Jaichnoe pticevo [Egg poultry farming]. St. Petersburg: Lan, 272 p.

20. Spivak, M. Ja., Oksamitnij, V.M., Demchenko, O.A. (2013). Vpliv nanochastinok dioksidu ceriju na intensivnist' rostu ta spozhivannja kormiv molodnjakom perepilok [Infusion of nanoparticles with cerium dioxide on the intensity of growth and survival of feed in young quail]. *Veterinarna medicina [Veterinary medicine]*. no. 97, pp. 470–472.

21. Naumova, V.V., Donec, V.N. (2013). Mjasnaja produktivnost' perepelov porody faraon v raznye sroki vyrashhivaniya [Meat productivity of quail of the Pharaoh breed at different times of cultivation]. *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'hozakademii [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy]*. no. 4, pp. 93–96.

22. Spivak, M.Ja., Demchenko, O.A., Zholobak, N.M. (2013). Vpliv nanokrystalichnogo dioksidu ceriju na jaechnu produktivnist' perepeliv [Infusion of nanocrystalline cerium dioxide on the egg productivity of quail]. *Modern poultry farming*. no. 3, pp. 22–24.

23. Tsekhmistrenko, O., Bityutskyy, V., Tsekhmistrenko, S., Spivak, M. (2020). Vpliv nanochastinok dioksidu ceriju na biokhimichni pokazniki v organizmi kurchat-brojleriv [Influence of cerium dioxide nanoparticles on biochemical parameters in the body of broiler chickens]. *Veterinarija, tehnologii tvarinnictva ta prirodokoristuvannja [Veterinary medicine, animal husbandry technologies and nature management]*. (6), pp. 112–117.

24. Tsekhmistrenko, S.I. (2018). Enzyme-like activity of nanomaterials. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 9(3), pp. 469–476. Available at: <https://doi.org/10.15421/021870>

25. Tsekhmistrenko, O.S. (2020). Nanotechnologies and environment: A review of pros and cons. *Ukrainian journal of ecology*. 10(3), pp. 162–172. Available at: https://doi.org/10.15421/2020_149

Мясная продуктивность перепелов при выпаивании нанокристаллического диоксида церия

Зоценко В.М., Битюцкий В.С., Островский Д.М., Андрийчук А.В.

В последнее время все большей популярности приобретает использование наноматериалов в птицеводстве, как кормовых добавок, способных увеличить продуктивность стада. К наноматериалам с широким спектром действия относится нанокристаллический диоксид церия. Благодаря кислородной нестехиометрии и низкой токсичности наночастицы диоксида церия являются перспективным объектом для сельского хозяйства.

Представлены результаты изучения мясной продуктивности перепелов породы Фараон при выпаивании нанокристаллического диоксида церия в составе кормовой добавки Наноцерий. Исследование проведено на перепелах в период выращивания с 14 по 49 сутки. Для проведения эксперимента из птицы суточного возраста сформировали две группы (контрольную и опытную) по 24 головы в каждой. Перепелов содержали в условиях вивария, в клеточных батареях при соблюдении принятых условий микроклимата. Птица обеих групп получала комбикорм, разработанный с учетом возраста и физиологических особенностей. С питьевой водой птица опытной группы дополнительно получала нанокристаллический диоксид церия в составе кормовой добавки Наноцерий в дозе 8,6 мг на литр воды на протяжении 35 суток.

Учет поголовья перепелов и их взвешивание проводили еженедельно, начиная с суточного возраста. Определяли такие показатели: сохранность, динамику живой массы, среднесуточный прирост живой массы. По результатам контрольного убоя и анатомической разделки определяли массу тушки и массу съедобной части. Убойные качества и морфологический состав тушек перепелов определяли анатомической разделкой с измерением таких показателей: предубойная масса, масса полупотрошенной тушки, потрошенной тушки, убойный выход, масса съедобных частей.

Выпаивание кормовой добавки Наноцерий молодняку перепелов увеличивало их сохранность на 4,17 %, живую массу и абсолютный среднесуточный прирост – на 20,3 и 0,48 г ($P < 0,05$) соответственно. Добавление к питьевой воде перепелов НДЦ способствовало увеличению их предубойной массы на 19,3 г, полупотрошенной тушки – на 18,0 г, потрошенной – на 17,5 г в сравнении с контрольной группой. Тушки перепелов опытной группы имели более высокий выход съедобных частей по сравнению с птицей, которая употребляла чистую воду.

Ключевые слова: перепела, нанокристаллический диоксид церия, сохранность, масса тела, привес, показатели убоя, выход съедобных частей.

Meat productivity of quails by feeding nanocrystalline cerium dioxide

Zotsenko V., Bityutsky V., Ostrovskiy D., Andriichuk A.

The use of nanomaterials in poultry farming has become increasingly popular as feed additives capable of increasing the productivity of the herd. Nanocrystalline cerium dioxide belongs to nanomaterials with a broad spectrum of activity. Owing to their oxygen non-stoichiometry and low toxicity, cerium dioxide nanoparticles are a very promising object for agriculture.

The paper presents the results of studying the meat productivity of quails of the Pharaoh breed when drinking nanocrystalline cerium dioxide in the composition of the feed additive "Nanocerium". The study was carried out on quails during the rearing period from 14 to 49 days. For the experiment, two groups (control and experimental) of 24 heads each were formed from one day old poultry. The quails were kept in a vivarium, in cage batteries, subject to the accepted microclimate conditions. Poultry of both groups received compound feed, developed taking into account age and physiological characteristics. With drinking water, the of the experimental group additionally received nanocrystalline cerium dioxide as part of the feed additive "Nanocerium" at a dose of 8,6 mg per liter of water for 35 days.

The quail population was counted and weighed weekly, starting from the day-old age. The following indicators were determined: safety, dynamics of live weight, average daily gain in live weight. According to the results of the control

slaughter and anatomical cutting, the weight of the carcass and the weight of the edible part were determined. Slaughter qualities and morphological composition of quail carcasses were determined by anatomical cutting with the measurement of the following parameters: pre-slaughter weight, half-battered carcass weight, carcass patrana, slaughter yield, weight of edible parts.

Drinking the feed additive "Nanocerium" by young quails increased their safety by 4.17%, live weight and absolute average daily gain by 20.3 g and 0.48 g ($P < 0.05$), respectively. The addition of NDC quails to drinking water contributed to an increase in their pre-slaughter weight by 19.3 g, half-gutted carcass by 18.0 g, and gutted by 17.5 g in comparison with the control group. The quail carcasses of the experimental group had a higher yield of edible parts in comparison with the poultry that consumed pure water.

Key words: quail, nanocrystalline cerium dioxide, safety, body mass, gain, slaughter rates, output of edible parts.



Copyright: Зоценко В.М. 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.



Зоценко В.М.
Бітюцький В.С.
Островський Д.М.
Андрійчук А.В.

ID <https://orcid.org/0000-0001-8908-6688>
ID <https://orcid.org/0000-0002-2699-3974>
ID <https://orcid.org/0000-0002-3901-4667>
ID <https://orcid.org/0000-0001-9144-5272>

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 619:615.371: 636.4.053.033:612.1

Санітарно-гігієнічний стан параметрів мікроклімату приміщень легкокаркасного та реконструйованого корівників у весняний період за безприв'язного боксового утримання дійного стадаГришко В.А. , Балацький Ю.О. *Білоцерківський національний аграрний університет* Гришко В.А. E-mail: vetalgwa44@gmail.com

Гришко В.А., Балацький Ю.О. Санітарно-гігієнічний стан параметрів мікроклімату приміщень легкокаркасного та реконструйованого корівників у весняний період за безприв'язного боксового утримання дійного стада. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 65–73.

Gryshko V.A., Balac'kyj Ju.O. Sanitar-no-gigijenichnyj stan parametriv mikroklimatu prymishhen' legkokarkasnogo ta rekonstruiovanogo korivnykiv u vesnjanyj period za bezpryv'jazno boksovogo utrymannja dijnogo stada.. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytstva i pererobky produkciï tvarynnytstva», 2021. № 1. PP. 65–73.

Рукопис отримано: 26.04.2021 р.
Прийнято: 07.05.2021 р.
Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-65-73

Проведено порівняльне оцінювання основних параметрів мікроклімату повітря за утримання дійного стада корів у реконструйованому і легкокаркасному корівниках у весняний період. Встановлено, що середня добова температура повітря в корівнику легкокаркасного типу із металевих конструкцій у весняний період коливалась у межах від 5,48 до 16,42 °С. Відносна вологість у весняний період становила від 67,32 (третя декада станом на 12-ту год) до 72,54 % (станом на 6-ту год ранку в першу декаду досліджень). Швидкість руху повітря у період досліджень в середньому коливалась у межах від 0,29 (перша декада станом на 15-ту год) до 0,52 м/с (станом на 18-ту год в другу декаду досліджень). У середньому за першу, другу і третю декади рівень природної освітленості в легкокаркасному корівнику відповідно становив: 1981,05; 1942,72 та 2414,89 лк. У реконструйованому корівнику за період досліджень найнижчу температуру повітря (°С) зафіксовано на початок досліджень станом на 6-ту год ранку – 6,28 °С, а найвищу на третю декаду – 17,86 °С, о 15-й год. Відносна вологість повітря коливалась у межах від 67,74 до 74, 12 % (станом на 6-ту год ранку в першу декаду досліджень). Швидкість руху повітря коливалась у межах від 0,39 до 0,42 м/с. Середній показник прискорення руху повітря за першу, другу і третю декади становив відповідно: 0,35; 0,41 і 0,34 м/с. Різниця між найбільшим середнім показником (друга декада) і найменшим (третя декада) становила 20,58 %.

У реконструйованому корівнику найнижчий показник природної освітленості зафіксовано на початок досліджень в першу декаду станом на 6-ту год ранку – 1245,38 лк, а найвищу на третю декаду – 2481,51 лк, о 15-й год. У середньому за першу, другу і третю декади рівень природної освітленості в реконструйованому корівнику відповідно становив: 2000,06; 2075,15 та 2236,74 лк. Установлено, що на формування параметрів мікроклімату повітря у приміщенні загалом і його окремих частинах впливає ряд чинників як зовнішнього, так і внутрішнього спрямування. Отже, параметри мікроклімату повітря в обох корівниках хоч і мали певні відмінності, однак загалом відповідали встановленим гігієнічним нормативам.

Ключові слова: параметри мікроклімату, температура повітря, відносна вологість повітря, рух повітря, природна освітленість, легкокаркасний корівник, реконструйований корівник, весняний період, безприв'язне боксове утримання дійного стада.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Нині галузь молочного скотарства України потребує нових підходів через впровадження інноваційних технологій, котрі б забезпечували комфортні умови утримання та високу продуктивність корів. Впроваджен-

ня інтенсивних технологій виробництва молока є неможливим без будівництва сучасних приміщень з новими об'ємно-планувальними і технологічними рішеннями, що відрізняються від традиційних і забезпечують високий рівень комфорту для тварин [6, 4, 13, 14, 15].

Молочна продуктивність корів і стан їх здоров'я пов'язані між собою і залежать від гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень. Стан мікроклімату скотарських виробничих приміщень має вагомий вплив на клініко-фізіологічний стан організму дійних корів і безпосередньо впливає на молочну продуктивність та відтворні якості [1, 10, 11, 12]. Оптимальні параметри мікроклімату забезпечують нормальне функціонування всіх фізіологічних процесів у організмі корів. Створення комфортного мікроклімату в виробничих приміщеннях для дійних корів є необхідною умовою для їх здоров'я і подальшого високого рівня продуктивності, що обумовлено спадково. Отже, створення належних умов годівлі, догляду і утримання тварин є необхідною умовою для високорентабельного функціонування тваринницької галузі [8].

Поліпшення умов утримання дійних корів та удосконалення процесу їх доїння є актуальною проблемою молочного скотарства за інтенсивної технології виробництва молока. Ключовим елементом сучасної технології виробництва молока є безприв'язне утримання корів у легкокаркасних корівниках з проведенням годівлі із кормового столу, відпочинком у боксах, а також доїнням у доїльному залі, що зменшує захворюваність корів на мастит та підвищує молочну продуктивність.

Приміщення полегшеної конструкції є найбільш оптимальними як для виробництва молока, так і здоров'я корів. Однак через великі габарити, передбачену в них систему вентиляції через бокові штори і світлоаераційний дашок, вони здатні забезпечити необхідні зоогігієнічні параметри повітряного середовища лише у вузькому діапазоні зовнішніх температур [1, 9, 11, 10, 2].

За оптимальних гігієнічних умов утримання поліпшуються клініко-гематологічні показники в плазмі крові, зокрема: вміст загального білка, резервна лужність, рівень глюкози, кальцію, каротину, фосфору. Тимчасом порушення параметрів мікроклімату в корівнику знижує надої молока корів на 10–20 %, зменшує приріст живої маси тварин на 20–33 %, підвищує захворюваність, а також знижує термін експлуатації обладнання. Висока температура повітря в корівнику посилює потовиділення, збільшує частоту дихання у тварин, призводить до виникнення алкалозу, зумовлює підвищення рН крові, змінює їх рухову активність, водночас зменшується споживання корму, унаслідок – знижується молочна продуктивність [2].

Забезпечення оптимальних умов тваринам у корівниках полегшеного каркасного типу залишається проблемним питанням, оскільки

клімат у таких приміщеннях мало відрізняється від зовнішнього середовища [5]. Взимку вони надто холодні, а влітку – жаркі. Проблемі високого температурного режиму в літній період можливо вирішити завдяки підняттю висоти даху в районі конька до 11,5 метрів, однак це збільшує загальну кубатуру приміщення, що призводить до значного зниження температури всередині приміщення у зимовий період. Будівлі каркасного типу мають перевагу над пасовищним утриманням худоби щодо можливості застосування активної вентиляції і зрошення в період спеки [7], хоча за таких умов різниця температур всередині і зовні приміщення, зазвичай, не перевищує 5–7 °С. За утримання в таких корівниках вплив на молочне стадо корів високих і низьких температур є суттєвим, що негативно позначається на їх молочній продуктивності [3, 9].

Мета дослідження – дослідити стан мікроклімату різних частин приміщення: корівника, де постійно перебувають тварини, накопичувача перед проведенням доїння та доїльного залу за безприв'язно-боксового способу утримання у весняний період.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили паралельно на виробничій базі ТДВ «Терезине» та ННДЦ БНАУ Білоцерківського району Київської області з метою вивчення формування параметрів мікроклімату всередині приміщень легкокаркасного і реконструйованого типів за безприв'язного боксового утримання та їх сукупний вплив на продуктивність дійних корів. Для проведення досліду відібрано у кожному господарстві по 16 голів корів голштинізованої чорно-рябої молочної породи, 3-ї лактації, з середньою молочною продуктивністю 8000–9000 кг молока.

Першу сформовану групу корів (30 гол.) утримували у ТДВ «Терезине» в легкокаркасному корівнику з металевих конструкцій, на 400 корів з вільним доїнням на роботизованій установці виробництва De-Laval. Другу групу, сформовану в ННДЦ БНАУ (30 гол. корів голштинізованої чорно-рябої породи з такою самою продуктивністю), утримували в побудованому за радянських часів і потім реконструйованому під сучасну технологію корівнику, де доїння проводили на доїльний установці УДЕ-8 Ялінка. В обох варіантах приміщення обладнані вітрозахисними шторами, світлоаераційним дашком, боксами для відпочинку тварин, кормовим столом, а також груповими автонапувалками. Видалення гною здійснювали механізовано за використання гноетранспортера. Доїння корів у ННДЦ БНАУ проводили примусово триразово о 6-, 12-, і 18-й год,

в доїльному залі, де розміщено установку типу УДЕ-8 Ялинка, розрахованому на одночасне доїння 16-ти корів. Досліджували стан мікроклімату за такими показниками: температура і відносна вологість повітря, точка роси та освітленість приміщень за використання сертифікованих приладів: багатофункціонального вимірювального приладу DT-8820 та кулькового кататермометра. Швидкість руху повітря визначали професійним термоанемометром Reakmetr PM 6252 В. Стан мікроклімату виробничих приміщень досліджували на 1-, 2- і 3-тій декаді березня, п'ять разів на добу: о 6-, 9-, 12-, 15-, 18-й год на першу та останню добу декади. Результати досліджень статистично обраховували за допомогою вбудованих статистичних функцій програмного забезпечення MS Excel і Stat Soft «Statistica 10».

Результати дослідження та їх обговорення. У процесі досліджень підтверджено, що показники стану параметрів мікроклімату приміщень як легкокаркасного, так і реконструйованого корівників, залежали від температури повітря зовнішнього середовища та конструктивних особливостей будівель.

Проведеними дослідженнями встановлено, що за примусового способу доїння середня добова температура повітря в корівнику легкокаркасного типу із металевих конструкцій у весняний період загалом відповідала гігієніч-

ним нормативам і коливалась у межах від 5,48 до 16,42 °С (табл. 1). В середньому за першу, другу і третю декади температура повітря в легкокаркасному корівнику становила відповідно: 12,90; 12,34 та 13,55 °С. У місці доїння корів на роботизованій установці зафіксовано коливання температурного режиму в межах від 4,91 до 16,32 °С.

Це зумовлено тим, що тварини в цьому місці перебувають непостійно. В середньому за першу, другу і третю декади температура в легкокаркасному корівнику в місці проведення доїння становила відповідно: 7,23; 12,04 та 13,62 °С.

У реконструйованому корівнику за період досліджень найнижчу температуру повітря (°С) зафіксовано на початок досліджень станом на 6-ту год ранку – 6,28 °С, а найвищу на третю декаду – 17,86 °С, о 15-й год.

В середньому за першу, другу і третю декади температура в реконструйованому корівнику становила відповідно 12,64; 14,07 та 15,24 °С. Збільшення температури повітря в реконструйованому корівнику за період другої і третьої декад, порівнюючи з першою, становило 11,31 та 20,57 % і відбувалось через зростання цього показника зовні приміщення. У накопичувачу (місці перебування тварин перед запуском на доїльну установку) в середньому за першу, другу і третю декади

Таблиця 1 – Температурний режим повітря окремих частин скотарських приміщень за різних способів утримання та доїння корів у весняний період, °С, $\bar{x} \pm S.E.$, $n = 5$

Декада	Час досліджень, год	Спосіб утримання та доїння корів				
		Безприв'язний, з примусовим доїнням у залі на установці Ялинка			Безприв'язний, з вільним доїнням на роботизованій установці	
		реконструйований корівник	накопичувач	доїльний зал	легкокаркасний корівник	роботизована доїльна установка
Перша	6:00	6,28 ± 0,820	10,34 ± 1,430	10,15 ± 1,220	5,48 ± 1,195	4,91 ± 1,350
	9:00	11,75 ± 1,515	вільно	вільно	8,71 ± 0,720	-
	12:00	14,12 ± 1,440	16,65 ± 1,645	16,39 ± 0,675	12,13 ± 1,425	12,28 ± 1,335
	15:00	15,72 ± 1,795	вільно	вільно	14,24 ± 2,215	-
	18:00	15,34 ± 2,120	15,23 ± 2,125	15,88 ± 1,870	13,18 ± 3,265	13,67 ± 1,035
	в середньому	12,64 ± 1,840	14,07 ± 1,730	14,14 ± 1,255	12,90 ± 1,765	10,29 ± 1,245
Друга	6:00	9,54 ± 1,610	9,70 ± 0,475	13,03 ± 1,395	7,54 ± 0,810	7,23 ± 1,740
	9:00	10,56 ± 2,225	вільно	вільно	10,32 ± 1,430	-
	12:00	16,87 ± 2,410	16,57 ± 1,685	17,71 ± 1,345	14,17 ± 1,575	14,53 ± 1,690
	15:00	16,91 ± 2,730	вільно	вільно	14,95 ± 1,640	-
	18:00	16,49 ± 1,525	16,14 ± 2,165	15,69 ± 1,255	14,74 ± 1,435	14,35 ± 1,715
	в середньому	14,07 ± 2,105	14,14 ± 1,440	15,48 ± 1,335	12,34 ± 1,380	12,04 ± 1,715
Третя	6:00	11,35 ± 1,550	11,68 ± 1,480	11,45 ± 1,310	9,51 ± 1,360	9,65 ± 1,510
	9:00	12,64 ± 2,155	вільно	вільно	10,54 ± 1,595	-
	12:00	17,78 ± 3,330	17,05 ± 1,350	17,20 ± 1,270	16,36 ± 2,635	16,32 ± 1,195
	15:00	17,86 ± 2,210	вільно	вільно	16,42 ± 1,560	-
	18:00	16,59 ± 1,715	16,43 ± 1,465	15,90 ± 1,625	14,91 ± 2,470	14,90 ± 1,885
	в середньому	15,24 ± 2,195	15,05 ± 1,435	14,85 ± 1,405	13,55 ± 1,925	13,62 ± 1,530

температура повітря становила відповідно: 14,07; 14,14 та 15,05 °С. Зростання температури повітря в другу і третю декади, порівнюючи з першою, відбувалось на 0,50 і 6,97 %.

У доїльному залі реконструйованого корівника в середньому за першу, другу і третю декади температура повітря становила відповідно: 14,14; 15,48 та 15,90 °С. Збільшення температури повітря в доїльному залі у другу і третю декади, порівнюючи з першою, відбулось відповідно на 9,48 і 5,02 %.

Дещо нижчі показники температурного режиму у накопичувачі та доїльному залі, проти відповідних показників у корівнику, зумовлені тим, що тварини перебувають у цих частинах приміщення незначну кількість часу, а температурний режим (надходження тепла) відбувається здебільшого завдяки тваринам.

Отже, температура повітря в корівниках залежала від надходження тепла від тварин і корелювала із зовнішньою температурою повітря.

Однак, якщо проаналізувати температурний режим за весняний період у реконструйованому корівнику, він був вищим завдяки тому, що тепловтрати в ньому дещо нижчі, ніж у легкокаркасного, через різницю теплоізоляційних властивостей будівельних матеріалів.

Відомо, що температурний режим тісно корелює зі станом вологісного режиму повітря корівників, тому проводили дослідження з ви-

вчення впливу температурних режимів на формування вологісних режимів повітря у згаданих вище приміщеннях (табл. 2). Встановлено, що за утримання дійного стада у реконструйованому корівнику за примусового способу доїння на установці типу Ялинка відносна вологість повітря коливалась у межах від 67,74 (третя декада станом на 12-ту год) до 74,12 % (станом на 6-ту год ранку в першу декаду досліджень). Різниця становила в межах 6,38 %. Відносна вологість в середньому за першу декаду становила 72,67 %. В середньому за другу і третю декади досліджень відносна вологість повітря в корівнику становила відповідно 71,57 і 69,62 %.

У накопичувачу спостерігали незначне зростання показника відносної вологості повітря відповідно до згаданого вище показника у корівнику. Це зумовлено тим, що під час доїння в ньому зростала концентрація поглов'я на одиницю площі приміщення. Відносна вологість в середньому за першу, другу і третю декади становила відповідно: 73,30; 72,52 і 69,54 %. Відносна вологість повітря у доїльному залі коливалась від 83,53 (у першу декаду о 6-й год ранку) до 72,73 % (у третю декаду о 12-й год дня).

Відносна вологість у доїльному залі у середньому за першу, другу і третю декади становила відповідно 78,16; 77,32 і 74,36 %. У доїльному залі також спостерігали зростання показника відносної вологості повітря до зга-

Таблиця 2 – Відносна вологість приміщень за різних способів утримання та доїння корів у весняний період, %, $\bar{x} \pm S.E.$, $n = 5$

Декада	Час досліджень, год	Спосіб утримання та доїння корів				
		Безприв'язний, з примусовим доїнням у залі на установці Ялинка			Безприв'язний, з вільним доїнням на роботизованій установці	
		реконструйований корівник	накопичувач	доїльний зал	легкокаркасний корівник	роботизована доїльна установка
Перша	6:00	74,12 $\pm$ 2,741	74,25 $\pm$ 2,345	83,53 $\pm$ 2,813	72,54 $\pm$ 2,924	73,95 $\pm$ 2,250
	9:00	73,88 $\pm$ 1,615	вільно	вільно	69,58 $\pm$ 1,714	-
	12:00	71,52 $\pm$ 1,536	71,40 $\pm$ 1,550	73,32 $\pm$ 1,848	69,47 $\pm$ 2,114	70,28 $\pm$ 2,530
	15:00	70,33 $\pm$ 1,961	вільно	вільно	68,89 $\pm$ 2,278	-
	18:00	73,48 $\pm$ 2,16	74,25 $\pm$ 2,055	77,62 $\pm$ 1,815	68,54 $\pm$ 1,880	68,98 $\pm$ 1,735
	в середньому	72,67 $\pm$ 2,005	73,30 $\pm$ 1,982	78,16 $\pm$ 2,152	69,80 $\pm$ 2,181	71,07 $\pm$ 2,172
Друга	6:00	73,46 $\pm$ 2,525	73,71 $\pm$ 1,444	77,43 $\pm$ 1,698	69,98 $\pm$ 1,822	70,51 $\pm$ 1,480
	9:00	71,61 $\pm$ 1,671	вільно	вільно	69,24 $\pm$ 1,584	-
	12:00	70,74 $\pm$ 2,152	70,16 $\pm$ 1,794	78,79 $\pm$ 1,656	68,18 $\pm$ 2,668	68,91 $\pm$ 1,393
	15:00	68,53 $\pm$ 2,377	вільно	вільно	69,05 $\pm$ 1,951	-
	18:00	73,52 $\pm$ 1,422	73,69 $\pm$ 2,112	75,74 $\pm$ 1,328	71,75 $\pm$ 1,834	72,42 $\pm$ 1,572
	в середньому	71,57 $\pm$ 2,036	72,52 $\pm$ 1,782	77,32 $\pm$ 1,552	69,64 $\pm$ 1,970	70,61 $\pm$ 1,481
Третя	6:00	71,34 $\pm$ 2,342	71,63 $\pm$ 2,435	76,42 $\pm$ 3,316	69,65 $\pm$ 2,226	71,98 $\pm$ 2,410
	9:00	68,63 $\pm$ 2,136	вільно	вільно	67,33 $\pm$ 2,274	-
	12:00	67,74 $\pm$ 2,270	67,08 $\pm$ 1,550	72,73 $\pm$ 2,256	67,32 $\pm$ 2,683	68,43 $\pm$ 2,842
	15:00	70,87 $\pm$ 2,185	вільно	вільно	68,12 $\pm$ 2,711	-
	18:00	69,54 $\pm$ 2,725	69,91 $\pm$ 2,463	73,94 $\pm$ 2,677	68,09 $\pm$ 2,293	69,93 $\pm$ 2,234
	в середньому	69,62 $\pm$ 2,335	69,54 $\pm$ 2,151	74,36 $\pm$ 2,740	68,10 $\pm$ 2,433	70,11 $\pm$ 2,492

даного вище показника у корівнику та накопичувачі. Це зумовлено тим, що під час доїння в ньому також зростала концентрація погोलів'я на одиницю площі приміщення, відбувалось випаровування значної кількості води, яку використовували у процесі підготовки корів до доїння і під час самого доїння, також суттєво впливають на показники вологості повітря робота системи вентиляції та обігріву приміщення доїльного залу.

У корівнику легкокаркасного типу із металевих конструкцій відносна вологість у весняний період в середньому відповідала гігієнічним нормативам і коливалась у межах від 67,32 (третя декада станом на 12-ту год) до 72,54 % (станом на 6-ту год ранку в першу декаду досліджень).

Різниця становила в межах 5,22 %. Відносна вологість в середньому за першу декаду становила 69,80 %. В середньому за другу і третю декади досліджень відносна вологість повітря в корівнику становила відповідно 69,64 і 68,10 %.

Під час досліджень швидкість руху повітря в реконструйованому корівнику загалом відповідала гігієнічним нормативам і коливалась у межах від 0,39 до 0,42 м/с (табл. 3).

Середній показник прискорення руху повітря за першу, другу і третю декади становив відповідно 0,35; 0,41 і 0,34 м/с. Різниця між найбільшим середнім показником (друга декада) і найменшим (третя декада) становила 20,58 %.

Показник руху повітря у доїльному залі коливався від 0,28 (у першу декаду о 6-й год ранку) до 0,46 м/с (у другу декаду о 18-й год).

У корівнику легкокаркасного типу із металевих конструкцій швидкість руху у весняний період досліджень в середньому також відповідала гігієнічним нормативам і коливалась у межах від 0,29 (перша декада станом на 15-ту год) до 0,52 м/с (станом на 18-ту год в другу декаду досліджень).

Середній показник прискорення руху повітря за першу, другу і третю декади в легкокаркасному корівнику становив відповідно: 0,36; 0,48 і 0,45 м/с. Різниця між рухом повітря – найбільшим середнім показником (друга декада) і найменшим середнім показником (перша декада) становила 79,31 %. Якщо порівнювати середні показники руху повітря за кожну декаду в реконструйованому і легкокаркасному корівниках, то легкокаркасний має дещо вищі параметри щодо руху повітря. Це зумовлено тим, що в легкокаркасному корівнику в 1,4 раза більша площа бокових штор та в 0,34 раза – дверей, а також суттєво більша кубатура приміщення загалом.

У реконструйованому корівнику за період досліджень найнижчий показник природної освітленості (табл. 4.) зафіксовано на початок досліджень у першу декаду станом на 6-ту год ранку – 1245,38 лк, а найвищу на третю декаду – 2481,51 лк, о 15-й год.

Таблиця 3 – Швидкість руху повітря окремих частин тваринницьких приміщень за різних способів утримання та доїння корів у весняний період, °C, $x \pm S.E$, $n = 5$

Декада	Час досліджень, год	Спосіб утримання та доїння корів				
		Безприв'язний, з примусовим доїнням у залі на установці Ялінка			Безприв'язний, з вільним доїнням на роботизованій установці	
		реконструйований корівник	накопичувач	доїльний зал	легкокаркасний корівник	роботизована доїльна установка
Перша	6:00	0,38 $\pm$ 0,212	0,15 $\pm$ 0,022	0,35 $\pm$ 0,128	0,45 $\pm$ 0,391	0,25 $\pm$ 0,056
	9:00	0,38 $\pm$ 0,203	вільно	вільно	0,33 $\pm$ 0,224	-
	12:00	0,32 $\pm$ 0,225	0,17 $\pm$ 0,053	0,28 $\pm$ 0,182	0,30 $\pm$ 0,217	0,22 $\pm$ 0,036
	15:00	0,30 $\pm$ 0,261	вільно	вільно	0,294 $\pm$ 0,17	-
	18:00	0,38 $\pm$ 0,277	0,18 $\pm$ 0,056	0,32 $\pm$ 0,212	0,44 $\pm$ 0,286	0,23 $\pm$ 0,034
	в середньому	0,35 $\pm$ 0,234	0,17 $\pm$ 0,044	0,32 $\pm$ 0,177	0,36 $\pm$ 0,252	0,23 $\pm$ 0,042
Друга	6:00	0,42 $\pm$ 0,224	0,17 $\pm$ 0,041	0,43 $\pm$ 0,291	0,51 $\pm$ 0,344	0,28 $\pm$ 0,082
	9:00	0,41 $\pm$ 0,272	вільно	вільно	0,44 $\pm$ 0,284	-
	12:00	0,40 $\pm$ 0,213	0,17 $\pm$ 0,034	0,41 $\pm$ 0,306	0,45 $\pm$ 0,267	0,25 $\pm$ 0,038
	15:00	0,36 $\pm$ 0,235	вільно	вільно	0,50 $\pm$ 0,397	-
	18:00	0,44 $\pm$ 0,331	0,18 $\pm$ 0,044	0,46 $\pm$ 0,312	0,52 $\pm$ 0,292	0,29 $\pm$ 0,086
	в середньому	0,41 $\pm$ 0,252	0,17 $\pm$ 0,040	0,43 $\pm$ 0,303	0,48 $\pm$ 0,314	0,27 $\pm$ 0,062
Третя	6:00	0,29 $\pm$ 0,250	0,16 $\pm$ 0,03	0,42 $\pm$ 0,271	0,46 $\pm$ 0,324	0,25 $\pm$ 0,092
	9:00	0,31 $\pm$ 0,101	вільно	вільно	0,49 $\pm$ 0,273	-
	12:00	0,33 $\pm$ 0,184	0,15 $\pm$ 0,053	0,38 $\pm$ 0,155	0,40 $\pm$ 0,162	0,23 $\pm$ 0,077
	15:00	0,36 $\pm$ 0,192	вільно	вільно	0,39 $\pm$ 0,151	-
	18:00	0,39 $\pm$ 0,114	0,38 $\pm$ 0,143	0,32 $\pm$ 0,174	0,50 $\pm$ 0,192	0,29 $\pm$ 0,137
	в середньому	0,34 $\pm$ 0,174	0,23 $\pm$ 0,072	0,45 $\pm$ 0,202	0,45 $\pm$ 0,220	0,26 $\pm$ 0,104

Таблиця 4 – Освітленість тваринницьких будівель для утримання корів за різних способів доїння, лк, $x \pm S.E.$, $n = 3$

Декада	Час досліджень год	Спосіб утримання та доїння корів				
		Безприв'язний, з примусовим доїнням у залі на установці Ялінка			Безприв'язний, з вільним доїнням на роботизованій установці	
		реконструйований корівник	накопичувач	доїльний зал	легкокаркасний корівник	роботизована доїльна установка
Перша	6:00	1245,38 $\pm$ 160,712	1139,50 $\pm$ 191,202	1250,43 $\pm$ 331,213	1214,59 $\pm$ 176,99	1256,95 $\pm$ 162,55
	9:00	2210,88 $\pm$ 172,602	вільно	вільно	2076,83 $\pm$ 158,71	-
	12:00	2313,52 $\pm$ 164,580	1715,45 $\pm$ 216,552	1875,20 $\pm$ 335,192	2453,40 $\pm$ 477,51	2141,28 $\pm$ 544,51
	15:00	2415,32 $\pm$ 183,927	вільно	вільно	2315,92 $\pm$ 351,28	-
	18:00	815,18 $\pm$ 211,062	1779,34 $\pm$ 312,055	1759,21 $\pm$ 341,394	1844,52 $\pm$ 357,84	1798,54 $\pm$ 335,37
	в середньому	2000,06 $\pm$ 178,570	1544,76 $\pm$ 239,934	1628,28 $\pm$ 335,936	1981,05 $\pm$ 304,477	1732,26 $\pm$ 347,481
Друга	6:00	1321,16 $\pm$ 189,651	1287,04 $\pm$ 276,253	1213,35 $\pm$ 183,028	1331,12 $\pm$ 284,32	1318,12 $\pm$ 268,43
	9:00	2367,32 $\pm$ 223,402	вільно	вільно	1394,58 $\pm$ 226,81	-
	12:00	2354,19 $\pm$ 246,515	1861,31 $\pm$ 331,702	2516,23 $\pm$ 542,582	2598,12 $\pm$ 268,43	2575,63 $\pm$ 331,43
	15:00	2459,61 $\pm$ 283,460	вільно	вільно	2491,50 $\pm$ 299,59	-
	18:00	1873,45 $\pm$ 376,064	1851,22 $\pm$ 322,616	1768,53 $\pm$ 336,980	1898,26 $\pm$ 290,74	1784,22 $\pm$ 272,33
	в середньому	2075,15 $\pm$ 263,822	1666,52 $\pm$ 310,192	1832,70 $\pm$ 354,196	1942,72 $\pm$ 273,98	1892,66 $\pm$ 290,73
Третя	6:00	1378,54 $\pm$ 242,241	1295,64 $\pm$ 297,444	1368,42 $\pm$ 265,381	1554,56 $\pm$ 268,82	1525,15 $\pm$ 367,52
	9:00	2432,41 $\pm$ 229,872	вільно	вільно	2681,33 $\pm$ 256,21	-
	12:00	2532,20 $\pm$ 231,330	2461,25 $\pm$ 321,556	2588,29 $\pm$ 364,651	2721,35 $\pm$ 294,648	2674,30 $\pm$ 255,38
	15:00	2481,51 $\pm$ 263,721	вільно	вільно	2591,72 $\pm$ 324,47	-
	18:00	2355,42 $\pm$ 266,528	2246,28 $\pm$ 351,420	2386,94 $\pm$ 364,572	2425,47 $\pm$ 346,29	2392,33 $\pm$ 281,63
	в середньому	2236,02 $\pm$ 246,744	2001,06 $\pm$ 317,473	2114,55 $\pm$ 331,530	2414,89 $\pm$ 298,09	2197,26 $\pm$ 301,51

У середньому за першу, другу і третю декади рівень природної освітленості в реконструйованому корівнику відповідно становив: 2000,06; 2075,15 та 2236,74 лк. Збільшення рівня природної освітленості в реконструйованому корівнику за період другої і третьої декад порівнюючи з першою, становило 3,75 та 11,80 % і відбувалось завдяки зростанню природної освітленості зовні приміщення.

У доїльному залі реконструйованого корівника рівень природної освітленості в середньому за першу, другу і третю декади становив відповідно: 1628,28; 1832,70 та 2114,55 лк. Збільшення середнього показника природної освітленості в доїльному залі за другу і третю декади, порівнюючи з першою, відбулось відповідно на 12,55 і 29,86 %.

У легкокаркасному корівнику за період досліджень найнижчий показник природної освітленості зафіксовано на початок досліджень в першу декаду станом на 6-ту год ранку – 1214,59 лк, а найвищу на третю декаду – 2721,35 лк, о 12-й год.

У середньому за першу, другу і третю декади рівень природної освітленості в легкокаркасному корівнику відповідно становив: 1981,05; 1942,72 та 2414,89 лк. Збільшення рівня природної освітленості в реконструйованому корівнику на третю декаду, порівнюючи з першою, становило 21,90 % і відбувалось завдяки зростанню природної освітленості зовні приміщення.

У доїльному залі легкокаркасного корівника рівень природної освітленості в середньому за першу, другу і третю декади становив відповідно: 1732,26; 1892,66 та 2197,26 лк. Збільшення середнього показника природної освітленості в доїльному залі за другу і третю декади, порівнюючи з першою, відбулось відповідно на 9,26 і 26,84 %.

Висновки. Отже, рівень природної освітленості в обох корівниках залежав від рівня природної освітленості зовні приміщення, який поступово зростав упродовж кожної декади. Аналізуючи отримані дані, з гігієнічного погляду, можна констатувати, що реконструйований корівник під сучасну безприв'язну технологію утримання дійного стада корів забезпечує, порівнюючи з легкокаркасним, такі нормативні показники мікроклімату: температурний та вологісний режим повітря, рух повітря та природну освітленість.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні санітарно-гігієнічних, технологічних і економічних питань утримання тварин у реконструйованому і легкокаркасному корівниках. Доцільно також вивчати параметри мікроклімату та технологічні аспекти технології утримання корів зазначених вище корівників, гематологічні і біохімічні показники периферичної крові, молочної продуктивності корів та їх відтворну здатність.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Improvement of milk quality for micro-climate formation on cattle farms/ O. Shkromada et al. Bulletin of Sumy National Agrarian University. Veterinary Medicine. 2019. Vol. 4 (47). P. 43–49.

2. Kudrin M.R., Yzhboldyna, S.N. Options microclimate at raznoe technology content cows. Chief zootechnyk. 2011. Vol. 10. P. 23–28.

3. Vasilenko T., Milostiviy R., Kalinichenko A., Milostiva D. Heat stress in dairy cows in the central part of Ukraine and its economic consequences. Social and economic aspects of sustainable development of regions: monograph. Opole. 2018. P. 128–135.

4. Барілович О. М. Стан, проблеми та перспективи розвитку молочного скотарства. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. Київ, 2013. № 181(6). С. 64–69.

5. Високос М.П., Милостивий Р.В., Тюпина Н.В., Калиниченко А.О. Зоогігієнічна оцінка умов утримання молочного гурту голштинської худоби за параметрами мікроклімату моноблоку корівника в регіоні Придніпров'я. Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. 2015. Т. 3. № 4. С. 74–78.

6. Луценко М. М., Іванишин В.В., Смоляр В.І. Перспективні технології виробництва молока: монографія. Київ: Академія, 2006. 192 с.

7. Милостивий Р.В., Високос М.П., Прилуцкая Е.В., Тихоненко В.А. Мероприятия по стабилизации микроклимата в животноводческих помещениях в жарких погодных условиях. Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве – основа модернизации агропромышленного комплекса России: сб. науч. статей. Ставрополь, 2016. С. 291–295.

8. Прокопенко П. С. Оптимізація мікроклімату корівників. Тавр. наук. вісн. 1999. Вип. 11. ч. 1. С. 141–144.

9. Фоменко А. Д. Оцінка стану мікроклімату в сучасних приміщеннях полегшеної конструкції. Теорія і практика розвитку вівчарства України в умовах євроінтеграції: зб. матеріалів IV міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпро, 23–24 трав. 2019 р.). Дніпровський ДАЕУ. Дніпро: Журфонд, 2019. С. 150–152.

10. Карелин А.И. Зоогигиенические основы проектирования, строительства и эксплуатации животноводческих объектов. Москва. Россельхозиздат, 2000. 370 с.

11. Гаврилюк О.І. Вплив мікроклімату корівника при різних способах утримання на якість молока корів. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2017. С. 48–50.

12. Волощук В. М., Хоценко А. В. Динаміка температури повітря та внутрішніх елементів конструкції корівника каркасного типу за дії факторів зовнішнього середовища. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2017. С. 37–41.

13. Підвищення якості молока за рахунок формування мікроклімату на тваринницьких фермах/ О. І. Шкромда та ін. Вісник Сумського національного аграрного університету: науковий журнал. Ветеринарна медицина. Суми: СНАУ, 2019. Вип. 4 (47). С. 44–49.

14. Кондрасій Л.А., Якубчак О.М., Шевченко Л.В. Алгоритм імплементації належної практики молочного

фермерства з метою отримання безпечного та якісного молока-сировини. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. 2017. Т. 19. № 78. С. 53–57.

15. Кудлай І.М., Луценко М.М. Вплив нових об'ємно-планувальних рішень родильного відділення біотехнологічного комплексу на умови утримання теличок. Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. Гжицького. 2010. Т.12. №2 (44) С. 107–111.

REFERENCES

1. Shkromada, O. (2019). Improvement of milk quality for micro-climate formation on cattle farms. Bulletin of Sumy National Agrarian University. Veterinary Medicine. Vol. 4 (47), pp. 43–49.

2. Kudrin, M.R., Yzhboldyna, S.N. (2011). Options microclimate at raznoe technology content cows. Chief zootechnyk. Vol. 10, pp. 23–28.

3. Vasilenko, T., Milostiviy, R., Kalinichenko, A., Milostiva, D. (2018). Heat stress in dairy cows in the central part of Ukraine and its economic consequences. Social and economic aspects of sustainable development of regions: monograph. Opole. pp. 128–135.

4. Barylovych O. M. (2013). Stan, problemy ta perspektyvy rozvytku molochnoho skotarstva [Status, problems and prospects of dairy farming development]. Naukovy visnyk Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]. Ekonomika, agrarny menedzhment, biznes [Economics, agricultural management, business]. Kyiv, no. 181(6), pp. 64–69.

5. Vysokos, M.P., Mylostiviy, R.V., Tjupyna, N.V., Kalynychenko, A.O. (2015). Zoogigienichna ocinka umov utrymannja molochnoho gurtu golshtyn's'koj hudoby za parametry mikroklimatu monobloku korivnyka v regiony Prydniprov'ja [Zoohygenic assessment of the conditions of keeping a Holstein cattle dairy group according to the parameters of the microclimate of a cowshed monoblock in the Dnieper region]. Naukovo-tehnichnyj bjuleten' Naukovo-doslidnoho centru biobezpeky ta ekologichnoho kontrolju resursiv APK [Scientific and technical bulletin of the Research Center for Biosafety and Environmental Control of Agricultural Resources]. Vol. 3, no. 4, pp. 74–78.

6. Lucenko, M. M., Ivanyshyn, V.V., Smoljar, V.I. (2006). Perspektyvni tehnologii' vyrobnytva moloka: monografija [Promising technologies of milk production: monograph]. Kyiv: Academy, 192 p.

7. Mylostiviy, R.V., Vysokos, M.P., Pryluckaja, E.V., Tyhonenko, V.A. (2016). Meropryjatyja po stabylyzacyi mykroklymata v zhyvotnovodcheskyh pomeshhenyjah v zharkyh pogodnyh uslovyjah [Measures to stabilize the microclimate in livestock facilities in hot weather]. Pryorytetnye ynnovacyonnye tehnology v zhyvotnovodstve – osnova modernizacyi agropromyshlennogo kompleksa Rossyy: sb. nauch. Statej [Priority and innovative technologies in animal husbandry - the basis of modernization of the agro-industrial complex of Russia: sb. scientific articles]. Stavropol, pp. 291–295.

8. Prokopenko, P. S. (1999). Optyimizacija mikroklimatu korivnykiv [Optimization of the microclimate of cowsheds]. Tavr. nauk. Visn [Taurus scientific bulletin]. Issue 11, Part 1, pp. 141–144.

9. Fomenko, A. D. (2019). Ocinka stanu mikroklimatu v suchasnyh prymyshennjah polegshenoi' konstrukcii' [Assessment of the microclimate in modern premises of lightweight construction]. Teorija i praktyka rozvytku vivcharstva Ukrai'ny v umovah jevrointegracii': zb. materialiv IV mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Dnipro, 23–24 trav. 2019 r.) [Theory and practice of sheep breeding development in Ukraine in terms of European integration: Coll. materials IV International. scientific-practical conf. (Dnipro, May 23–24, 2019)]. Dniprovsky DAEU. Dnipro: Jurfund, pp. 150–152.

10. Karelin, A.I. (2000). Zoogigienicheskie osnovy projektirovaniya, stroitel'stva i zkspluatacii zhivotnovodcheskih ob'ektov [Zoohygienic foundations of design, construction and operation of livestock facilities]. Moscow: Rosselkhozizdat, 370 p.

11. Gavryljuk, O.I. (2017). Vplyv mikroklimatu korivnyka pry riznyh sposobah utrymannja na jakist' moloka koriv [The influence of the microclimate of the cowshed in different ways of keeping on the quality of milk of cows]. Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. pp. 48–50.

12. Voloshhuk, V.M., Hocenka, A.V. (2017). Dynamika temperatury povitirja ta vnutrishnih elementiv konstrukcii' korivnyka karkasного typu za dii' faktoriv zovnishn'ogo seredovyshha [Dynamics of air temperature and internal structural elements of a frame-type cowshed under the influence of environmental factors]. Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. pp. 37–41.

13. Shkromada, O.I. (2019). Pidvyshhennja jakosti moloka za rahunok formuvannja mikroklimatu na tvarynnykyh fermah [Improving the quality of milk through the formation of a microclimate on livestock farms]. Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu: naukovyj zhurnal [Bulletin of Sumy National Agrarian University: scientific journal]. Veterinary medicine. Sumy: SNAU, Issue 4 (47), pp. 44–49.

14. Kondrasij, L.A., Jakubchak, O.M., Shevchenko, L.V. (2017). Algoritm implementacii' nalezhnoi' praktyky molochного fermerstva z metodu otrymannja bezpechnого ta jakisного moloka-syrovyny [Algorithm for the implementation of good practice of dairy farming in order to obtain safe and high quality raw milk]. Naukovyj visnyk LNUVMB imeni S.Z. G'zhyc'kogo [Scientific Bulletin of LNUVMB named after S.Z. Gzhyskyi]. Vol. 19, no. 78, pp. 53–57.

15. Kudlaj, I.M., Lucenko, M.M. (2010). Vplyv novyh ob'jemno-planoval'nyh rishen' rodylnого viddilennja biotehnologichного 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 LNUVMB im. Gzhyc'kogo [Scientific Bulletin of LNUVMB named after S.Z. Gzhyskyi]. Vol.12, no. 2 (44), pp. 107–111.

Санитарно-гигиеническое состояние параметров микроклимата помещений легкокаркасного и реконструированного коровников в весенний период при беспривязном боксовом содержании дойного стада

Гришко В.А., Балацкий Ю.А.

Проведена сравнительная оценка основных параметров микроклимата воздуха при содержании дойного

стада коров в реконструированном и легкокаркасном коровниках в весенний период. Установлено, что средняя суточная температура воздуха в коровнике легкокаркасного типа из металлических конструкций в весенний период колебалась в пределах от 5,48 до 16,42 °С. Относительная влажность в весенний период составляла от 67,32 (третья декада по состоянию на 12 часов) до 72,54 % (по состоянию на 6 часов утра в первую декаду исследований). Скорость движения воздуха в период исследований в среднем колебалась в пределах от 0,29 (первая декада по состоянию на 15 часов) до 0,52 м/с (по состоянию на 18 часов во вторую декаду исследований).

В среднем за первую, вторую и третью декады уровень естественной освещенности в легкокаркасном коровнике соответственно составил: 1981,05; 1942,72 и 2414,89 лк. В реконструированном коровнике за период исследований низкую температуру воздуха (°С) зафиксировано на начало исследований по состоянию на 6 часов утра – 6,28 °С, а самую высокую на третью декаду – 17,86 °С, в 15 часов. Относительная влажность воздуха колебалась в пределах от 67,74 до 74,12 % (по состоянию на 6 часов утра в первую декаду исследований). Скорость движения воздуха колебалась в пределах от 0,39 до 0,42 м/с. Средний показатель ускорения движения воздуха в первую, вторую и третью декады составил соответственно: 0,35; 0,41 и 0,34 м/с. Разница между наибольшим средним показателем (вторая декада) и наименьшим (третья декада) составила 20,58 %.

В реконструированном коровнике низкий показатель естественной освещенности зафиксировано на начало исследований в первую декаду по состоянию на 6 часов утра – 1245,38 лк, а самую высокую на третью декаду – 2481,51 лк, в 15 часов. В среднем за первую, вторую и третью декады уровень естественной освещенности в реконструированном коровнике соответственно составил: 2000,06; 2075,15 и 2236,74 лк.

Установлено, что на формирование параметров микроклимата воздуха в помещении в целом и некоторых его отдельных частях влияет ряд факторов как внешнего, так и внутреннего направления. В результате сделан вывод, что параметры микроклимата воздуха в обоих коровниках хотя и имели определенные отличия, но в целом соответствовали установленным гигиеническим нормативам.

Ключевые слова: параметры микроклимата, температура воздуха, относительная влажность воздуха, движение воздуха, естественная освещенность, легкокаркасный коровник, реконструированный коровник, весенний период, беспривязное боксовое содержание дойного стада.

Sanitary and hygienic condition of the microclimate parameters of the premises of light-frame and reconstructed cowsheds in the spring with loose housing of the dairy herd

Gryshko V., Balatskyi Y.

A comparative evaluation of the main parameters of the air microclimate for the maintenance of a dairy herd of cows in the reconstructed and light frame cowsheds in the spring was carried out. It was found that the average daily air temperature in the cowshed of light frame type of metal structures in the spring ranged from 5.48 to 16.42 °C. Relative humidity in the spring ranged from 67.32 (third decade, at 12 o'clock)

to 72.54% (at 6 o'clock in the morning in the first decade of research). Air velocities during the study period ranged on average from 0.29 (first decade at 15th hour) to 0.52 m/s (at 18 o'clock in the second decade of the study). On average, during the first, second and third decades, the level of natural light in the light frame cowshed was: 1981.05; 1942.72 and 2414.89 lux. In the reconstructed cowshed for the period of researches the lowest air temperature ($^{\circ}$ C) was fixed at the beginning of research as of 6 o'clock in the morning - 6,28 $^{\circ}$ C, and the highest for the third decade - 17,86 $^{\circ}$ C, at 15 o'clock. The relative humidity ranged from 67.74 to 74.12% (at 6 a.m. in the first decade of the study). The air velocity ranged from 0.39 to 0.42 m/s. The average rate of acceleration of air movement for the first, second and third decades was, respectively: 0.35; 0.41 and 0.34 m/s. The difference between the highest average (second decade) and the lowest (third decade) was 20.58%.

In the reconstructed cowshed, the lowest indicator of natural light was recorded at the beginning of the research in the first decade at 6 o'clock in the morning - 1245.38 lux, and the highest in the third decade - 2481.51 lux, at 15 o'clock. On average for the first, second and third decades, the level of natural light in the reconstructed barn, respectively, was: 2000.06; 2075.15 and 2236.74 lux. It is established that the formation of the parameters of the air microclimate both in the room as a whole and in some of its individual parts is influenced by a number of factors, both external and internal. As a result, it was concluded that the parameters of the air microclimate in both cowsheds, although they had some differences, but in general met the established hygienic standards.

Key words: microclimate parameters, air temperature, relative humidity, air movement, natural light, light frame cowshed, reconstructed cowshed, spring period, loose boxes of the dairy herd.



Copyright: Гришко В.А., Балацький Ю.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.



Гришко В.А.
Балацький Ю.О.

ID <https://orcid.org/0000-0002-0340-513x>
ID <https://orcid.org/0000-0002-3117-9467>

УДК 636.082.064

Аналіз молочної продуктивності корів української бурої молочної породи різних генотипів за капа-казеїном

Ладика В.І.¹ , Складенко Ю.І.² , Павленко Ю.М.¹ 

¹ Сумський національний аграрний університет

² Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН

 Ладика В.І. E-mail: Sklyarenko9753@ukr.net



Ладика В.І., Складенко Ю.І., Павленко Ю.М. Аналіз молочної продуктивності корів української бурої молочної породи різних генотипів за капа-казеїном. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 74–81.

Ladyka V.I., Skljarenko Ju.I., Pavlenko Ju.M. Analiz molochnoi' produktyvnosti koriv ukrai'ns'koi' buroi' molochnoi' porody riznyh genotypiv za kapa-kazei'nom. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkci' tvarynnystva», 2021. № 1. PP. 74–81.

Рукопис отримано: 26.03.2021 р.

Прийнято: 07.04.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-74-81

У стаді худоби української бурої молочної породи проведено дослідження, метою яких було вивчити вплив генотипу корів за капа-казеїном на показники їх молочної продуктивності. Проведено генотипування 29 голів великої рогатої худоби. Визначення поліморфізму гена капа-казеїну проводили в генетичній лабораторії Інституту фізіології ім. Богомольця НАН за допомогою молекулярно-біологічного аналізу розпізнавання алелів методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі.

Алель А мав дещо більшу частоту – 0,517 порівняно з алелем В – 0,483 в локусі гена капа-казеїну, хоча різниця була статистично не значуща. Унаслідок частоти генотипів АА та ВВ були високими (38 та 34 % відповідно). Проведений генетико-статистичний аналіз виявив надлишок в капа-казеїновому локусі гомозиготних варіантів АА і ВВ та нестачу гетерозиготного АВ.

Про достатній рівень консолідації в досліджуваній популяції великої рогатої худоби свідчить ступінь гомозиготності, яка становить 50,1 %. Число ефективно діючих алелів у локусі капа-казеїну корів української бурої молочної породи становить 1,99 за максимального значення рівня поліморфності, можливого за двоалельного локусу рівного 2. Негативний тест гетерозиготності (ТГ) свідчить про меншу частку фактичних гетерозигот щодо частки теоретичних гетерозигот. Причиною наявної генетичної структури стада української бурої молочної породи за локусом капа-казеїну стало використання плідників швіцької худоби, які здебільшого не були оцінені за генотипом гена капа-казеїну.

Дослідження рівня молочної продуктивності корів різних генотипів за капа-казеїном за першу лактацію статистично значущої різниці не виявили. Водночас гетерозиготні (АВ) тварини поступалися гомозиготним (АА та ВВ) за величиною надою, а за якісними показниками перевагу мали тварини з генотипами АА та АВ. За вищу лактацію було встановлено статистично значущу різницю за величиною надою та кількістю молочного жиру. Гомозиготні тварини (АА та ВВ) переважали гетерозиготних (АВ) за величиною надою, відповідно на 1091 та 922 кг ($p < 0,05$). Тварини з гетерозиготним АВ генотипом за середньою кількістю молочного жиру поступалися гомозиготними генотипами АА та ВВ тваринам ($p < 0,05$).

Невелика кількість дослідних тварин стала однією з причин неспівпадіння результатів досліджень з даними інших науковців.

Ключові слова: порода, надій, вміст жиру, вміст білка, капа-казеїн, генотип, алель.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Основним компонентом молочних білків є казеїн, який представлений трьома фракціями – альфа, бета і капа. Капа-казеїн – це єдина фракція казеїну, яка містить амінокислоти цистеїн і метіонін [4]. Його частка

становить приблизно 13 % казеїну молока і є важливою складовою якості молока, особливо актуальною за виробництва сиру [8, 19]. Це стає актуальним з огляду на те, що оптимізація виходу сиру має головне значення під час його виробництва [6, 13].

У зв'язку з цим капа-казеїн привертає велику увагу дослідників. Встановлено, що гени казеїну великої рогатої худоби є поліморфними. Відомо декілька варіантів білка капа-казеїну: А, В, В2, С, D, Е, F1, F2, G1, G2, Н, І і J [2, 11]. Нині дослідники звертають увагу на три основні типи – АА, АВ і ВВ. Отже, найпоширенішими алелями капа-казеїну у великої рогатої худоби є А і В. Водночас алельний варіант капа-казеїну В пов'язаний з більш оптимальним хімічним складом і технологічними характеристиками молока для виробництва сиру [9, 26].

Встановлено, що корови з генотипом АА характеризувалися найвищим надоем, кількістю молочного жиру та білка [10].

Іншими дослідженнями встановлено, що тварини з генотипом ВВ мають більший уміст білка в молоці порівняно з молоком тварин з генотипом АА. Дослідники також стверджують, що молоко у перших тварин за виробництва сиру зсідается швидше, а вихід сиру вищий, ніж у тварин другого генотипу [4]. Статистичний аналіз підтвердив, що у тварин з генотипом АА середній уміст білка в молоці менший (на 0,09 %) порівняно з тваринами, у яких виявили генотип ВВ [20, 21]. Дослідники стверджують, що алель В позитивно корелює з білками молока, тому це може бути використано для покращення вмісту білка в молоці [14].

Корови з генотипами АВ і ВВ мають більший уміст жиру в молоці порівняно з тваринами з генотипом АА [9].

Науковці доводять, що вихід сиру з молока тварин з генотипом ВВ вищий порівняно з молоком тварин з генотипом АА [19, 24].

За частотою генотипів між різними породами існує суттєва відмінність [16, 18]. У джерсейської породи генотип ВВ зустрічається у 45 % поголів'я, а частота алеля В становить 69 %. Водночас алель А має частоту 26 %. Тварини голштинської породи різної селекції з генотипом АА становлять більшість – 37,0–57,0 %, гетерозиготні тварини з генотипом АВ – відповідно 29,0–34,5 %. Інші генотипи зустрічаються рідше: АЕ – 5,8–10,0 %; ВВ – 9–16,0 %; ВЕ – 1,8–6,0 % [5, 17]. У бугаїв симентальської породи генотип АВ зустрічається частіше (49 %), інші – рідше: АА – 39 %, ВВ – 9 %, ВЕ – 2 %, АЕ – 1 %. Частота бажаного алеля В становить 35 %, А – 64 %, Е – 1 % [7]. Тваринам червоної шведської породи притаманна більша частота алелів А (65,5 %) і Е (17,2 %) [12, 23].

Мета дослідження – аналіз зв'язку поліморфізму гена капа-казеїну з молочною продуктивністю корів української бурої молочної породи.

Матеріал і методи дослідження. Проведено генотипування 29 голів великої рогатої худоби української бурої молочної породи, що належать Племінному заводу Державного підприємства «Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН». Визначення поліморфізму гена капа-казеїну проводили в генетичній лабораторії Інституту фізіології ім. Богомольця НАН за допомогою молекулярно-біологічного аналізу розпізнавання алелів методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі.

Зразки крові відбирали у моновети об'ємом 2,7 мл («Sarstedt», Німеччина) з подальшим заморожуванням зразків та їх зберіганням за -20 °С. ДНК для генотипування отримували із зразків за допомогою набору для очищення геномної ДНК Monarch® New England BioLab (США) згідно з протоколом виробника.

Для ампліфікації фрагмента гена використовували праймери:

5'-GAAATCCCTACCATCAATACC-3';

5'-CCATCTACGCTAGTTTAGATG-3' [22].

Для рестрикції гена капа-казеїну використовували рестриктазу Hinf I [16, 18]. Після рестрикції виявляли фрагменти довжиною 113, 91, 49 п.н. (тварини генотипу АА); 224, 113, 91, 49 п.н. (тварини генотипу АВ); 224 та 49 п.н. (тварини генотипу ВВ) [15].

Електрофоретичне розділення рестриктних фрагментів ДНК проводили згідно з методичними рекомендаціями [1].

Для встановлення генотипу плідників використовували дані відповідних міжнародних сайтів (<https://www.cdn.ca/query/individual.php>; [Gsel.com.ua](https://www.cdn.ca/query/individual.php); <https://www.cdn.ca/query/individual.php>; <http://sperma.com.ua/produkcja/sperma-bugayiv/chervono-rjaba-golshinska/>; <https://www.ggi.de/ru/glavnaja/>).

Підрахунок частот алелів проводили з урахуванням кількості гомозигот і гетерозигот, виявлених за відповідним алелем за формулою:

$$P(A) = \frac{2N_1 + N_2}{2n},$$

де N_1 і N_2 – відповідно число гомозигот і гетерозигот для досліджуваного алеля;

n – число вибірки [3].

З метою оцінювання статистичної достовірності розбіжності розподілів одержаних результатів використовували критерій Пірсона:

$$\chi^2 = \frac{\sum(\Phi - T)^2}{T}$$

де Φ – фактична кількість генотипів;

T – теоретична кількість генотипів [3].

Фактичну (наявну) гетерозиготність визначали прямим підрахунком за формулою:

$$H_o = \frac{N_2}{n}$$

Очікувану гетерозиготність визначали за формулою:

$$H_E = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2$$

де p_1, p_2, p_n – частоти алелів [3].

Для генетичної характеристики погелів'я також визначали рівень гомозиготності (Ca):

$$Ca = (p(A)^2 + p(B)^2) * 100;$$

рівень поліморфності, Na:

$$Na = 1/Ca;$$

тест гетерозиготності визначали співставленням відношень між емпіричними гетерозиготами та емпіричними гомозиготами з аналогічним відношенням, отриманими за теоретичними даними;

коефіцієнт ексцесу (D) кількісно оцінює нестачу або перебільшення фактичної гетерозиготності у досліджуваних популяцій порівняно з теоретично розрахованим показником [3].

Надій визначали за щомісячними контрольними доїннями за допомогою лічильника – індикатора ИУ-1. Пробу молока зберігали у пластиковій ємності (25 мл) та консервували її розчином хромпіку (концентрація 10 %) у кількості 0,2 мл. Усього проаналізовано 290 проб молока. Вміст жиру та білка в молоці визначали у лабораторії Інституту тваринництва НААН.

Отримані дані обробляли методами математичної статистики засобами пакета Statistica-6.1 у середовищі Windows на ПК.

Результати дослідження та обговорення. Аналіз даних генотипування тварин

української бурої молочної породи виявив майже однакові частоти алелів А (0,517) та В (0,483) в локусі гена капа-казеїну, що генотипово проявилось високими (38 та 34 %) частотами генотипів АА та ВВ відповідно. Використання критерію χ^2 дало змогу визначити ступінь відповідності фактичного розподілу генотипів очікуваним значенням. Розрахунок за формулою Харді-Вайнберга довів наявність різниці між фактичними та очікуваними частотами генотипів, хоча вона була статистично незначущою. Необхідно відзначити недостатність частки гетерозигот варіанта АВ (табл. 1).

Використовуючи генетико-статистичні методи аналізу, за допомогою визначення цифрових значень таких генетичних констант як ступінь гомозиготності (Ca) та рівень поліморфності (Na) намагалися оцінити перспективність роботи з підвищення сиропридатності стада української бурої молочної породи.

Ступінь гомозиготності в досліджуваній популяції великої рогатої худоби становив 50,1 %, що може свідчити про достатній рівень консолідації останньої (табл. 2).

Підтвердженням цьому є аналіз таких генетичних показників як рівень поліморфності (число ефективного діючих алелів – Na). Так, число ефективно діючих алелів у локусі капа-казеїну корів української бурої молочної породи становило 1,99 за максимального значення рівня поліморфності, можливого за двоалельного локусу рівного 2.

Тест гетерозиготності (ТГ), який характеризує рівень генетичного різноманіття популяції, в досліджуваному стаді був негативним, що свідчить про меншу частку фактичних гетерозигот щодо частки теоретичних гетерозигот.

Таблиця 1 – Частота алелів та генотипів за локусом гена капа-казеїну

Розподіл*	Генотип						Алель, од		χ^2
	AA		AB		BB		A	B	
	n	%	n	%	n	%			
Ф	11	38	8	28	10	34	0,517	0,483	5,810
О	7.8	27	14.5	50	6.8	23			

Таблиця 2 – Генетична мінливість української бурої молочної породи за локусом капа-казеїну

Показник	Фактичні	Теоретичні
Гетерозиготи	8	14,5
Гомозиготи	21	14,5
Коефіцієнт гетеро/гомозиготи	0,381	0,752
Тест гетерозиготності	-0,617	-
Ступінь гомозиготності, Ca, %	50,1	-
Рівень поліморфності, Na	1,99	-
Коефіцієнт ексцесу D	-0,447	-
Частка гомозигот, %	72,4	-

Щодо коефіцієнта ексцесу (D), який характеризує співвідношення фактичної гетерозиготності до теоретичної, відмічено відхилення дійсної гетерозиготності від очікуваної з ліво-стороннім ексцесом (-0,447), що свідчить про дефіцит гетерозигот.

Загалом дані генетико-статистичного аналізу свідчать про надлишок у капа-казеїновому локусі гомозиготних варіантів AA та BB і нестачу гетерозиготного АВ.

Наявна генетична структура української бурої молочної породи за локусом капа-казеїну стала наслідком використання плідників швіцької худоби, які здебільшого не були оцінені за генотипом гена капа-казеїну, а серед оцінених – не мали гомозигот AA (рис. 1).

Основним питанням щодо перспектив використання поліморфізму гена капа-казеїну є

його вплив на рівень молочної продуктивності корів (табл. 3).

Проведені дослідження свідчать, що тварини з бажаним генотипом BB не поступаються за величиною надою тваринам з гетерозиготним генотипом АВ та гомозиготним – AA. Між первістками української бурої молочної породи різних генотипів за капа-казеїном статистично значущої різниці за показниками молочної продуктивності не встановлено. Водночас гетерозиготні (AB) тварини поступалися гомозиготним (AA та BB) за величиною надою. Водночас за якісними показниками перевагу мали тварини з генотипами AA та АВ.

За результатами вищої лактації гомозиготні тварини (AA та BB) переважали гетерозиготних (AB) за величиною надою, відповідно на 1091 та 922 кг ($p < 0,05$) (табл. 4).

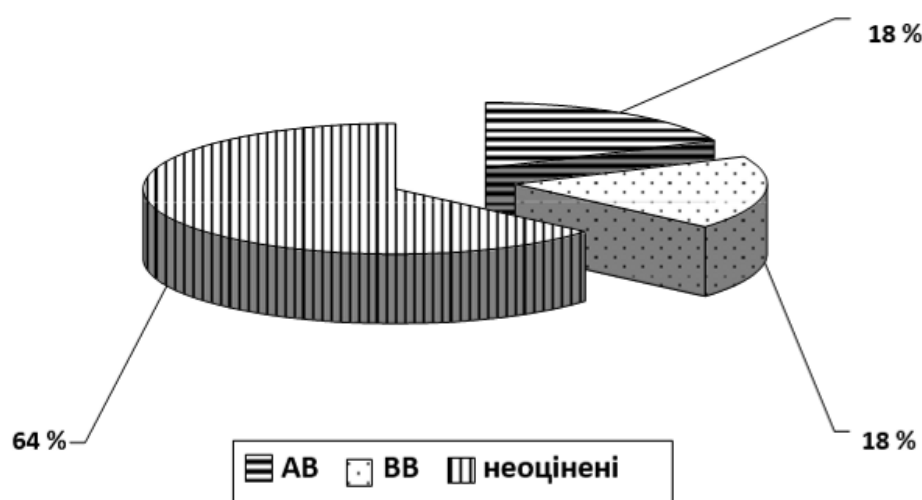


Рис. 1. Структура плідників за генотипом локусу гена капа-казеїну.

Таблиця 3 – Молочна продуктивність корів за першу лактацію залежно від генотипу за капа-казеїном

Генотип	n	Надій, кг	Вміст у молоці, %		Кількість, кг	
			жиру	білка	молочного жиру	молочного білка
AA	11	5036±317,4	3,94±0,128	3,18±0,053	200±15,3	161±11,3
AB	8	4800±1329,0	3,82±0,180	3,15±0,069	187±21,8	152±16,0
BB	10	5103±334,7	3,62±0,140	3,01±0,096	187±18,9	155±15,1

Таблиця 4 – Молочна продуктивність корів за кращу лактацію залежно від генотипу за капа-казеїном

Генотип	n	Надій, кг	Вміст у молоці, %		Кількість, кг	
			жиру	білка	молочного жиру	молочного білка
AA	11	6889±379,3*	4,17±0,116	3,22±0,058	284±11,5*	222±13,9
AB	8	5798±287,9	4,04±0,092	3,25±0,052	233±8,4	188±10,8
BB	10	6720±219,9*	4,07±0,098	3,23±0,019	274±12,8*	204±14,4

Примітка: * порівняно з генотипом АВ, * $p < 0,05$.

Вищим умістом жиру в молоці характеризувалися тварини з генотипом АА, білка – АВ, хоча статистично значущої різниці між досліджуваними групами не встановлено. Однак тварини з гетерозиготним АВ генотипом з середньою кількістю молочного жиру поступалися гомозиготним з генотипами АА та ВВ тваринам ($p < 0,05$).

Отримані результати не збігаються з опублікованими іншими дослідниками [24, 25], за даними яких тварини з генотипом АА мали вищі надої, однак поступалися тваринам з генотипами АВ або ВВ за якісними показниками. Це пов'язано з малою досліджуваною вибіркою (29 голів) і потребує подальшого вивчення.

Висновки. Встановлено, що частоти алелів А (0,517) та В (0,483) у локусі гена капа-казеїну були майже однаковими. Частоти генотипів АА та ВВ були високими (38 та 34 % відповідно). За даними генетико-статистичного аналізу встановлено надлишок в капа-казеїновому локусі гомозиготних варіантів АА та ВВ та нестачу гетерозиготного АВ.

Між первітками української бурої молочної породи різних генотипів статистично значущої різниці за показниками молочної продуктивності не встановлено. Однак гетерозиготні (АВ) тварини поступалися гомозиготним (АА та ВВ) за величиною надою. Водночас за якісними показниками перевагу мали тварини з генотипами АА та АВ. За результатами вищої лактації гомозиготні тварини (АА та ВВ) переважали гетерозиготних (АВ) за величиною надою, відповідно на 1091 та 922 кг ($p < 0,05$). Тварини з гетерозиготним АВ генотипом за середньою кількістю молочного жиру поступалися гомозиготним з генотипами АА та ВВ тваринам ($p < 0,05$).

Подальші дослідження буде зосереджено на розробленні селекційно-генетичних заходів зі створення стад тварин із бажаним генотипом ВВ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гааль Э., Медьеша Г., Верещей. Л. Электрофорез в разделении биологических макромолекул. М.: Мир, 1982. 446 с.
2. Шкурко Т. П., Иванов О. І., Иванов І. А., Оцінка молочної продуктивності первісток голштинської породи за геном капа-казеїну. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровська, 2017. № 3. С. 56–59.
3. Порожденные особенности аллельного профиля генов, контролирующей молочную продуктивность крупного рогатого скота/ М. И. Селионова и др. Агрозоотехника, 2019. № 2 (1). С. 1–12. Doi:https://doi.org/10.15838/alt.2019.2.1.3
4. Milk protein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis/ N. Amalfitano et al. J. Dairy Sci. 2018. Vol. 102. P. 2903–2917. Doi:https://doi.org/10.3168/jds.2018-15524
5. Anggraenia A., Sumantrib C., Farajallahc A., Andreas E. Kappa-Casein Genotypic Frequencies in Holstein-Friesian Dairy Cattle in West Java Province. Media Peternakan, 2010. Vol. 33 (2). P. 61–67.
6. Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle/ A. Azevedo et al. Genetics and Molecular Research. 2008. Vol. 7 (3). P. 623–630.
7. Bezdiček J. Allele and genotype frequencies of milkprotein kappa-casein (CSN3) in artificial insemination bulls of czech fleckvieh and holstein breed. Sborník mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v brně. 2007. Vol. 5. P. 17–22.
8. Bonfatti V., Chiarot G., Carnier P. Glycosylation of k-casein: Genetic and nongenetic variation and effects on rennet coagulation properties of milk. J. Dairy Sci. 2014. Vol. 97. P. 1961–1969. Doi:https://doi.org/10.3168/jds.2013-7418
9. Botaro B., Vinícius Y., Simões C. Effect of the kappa-casein gene polymorphism, breed and seasonality on physicochemical characteristics, composition and stability of bovine milk. Revista Brasileira de Zootecnia. 2009. Vol. 38 (12). P. 2447–2454. Doi:https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001200022
10. Genetic polymorphism and association of kappa-casein gene with milk production traits among Frieswal (HF × Sahiwal) cross breed of Indian origin/ R. Deb et al. Journal of Veterinary Research, Shiraz University IJVR. 2014. Vol. 15 (4). P. 406–408.
11. DNA- based identification of novel bovine casein gene variants/ J. Gallinat et al. J. Dairy Sci. January. 2013. Vol. 96 (1). P. 699–709. Doi:https://doi.org/10.3168/jds.2012-5908
12. Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows/ F. Gustavsson et al. J. Dairy Sci. 2013. Vol. 97. P. 3866–3877. Doi:http://doi.org/10.3168/jds.2013-7312
13. Factors influencing chymosin-induced gelation of milk from individual dairy cows: Major effects of casein micelle size and calcium/ F. Gustavsson et al. International Dairy Journal. 2014. Vol. 39(1). P. 201–208.
14. Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk/ J.M.L. Heck et al. Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 92(3). P. 1192–1202. Doi:https://doi.org/10.3168/jds.2008-1208
15. Kaminski S., Figiel L. Kappa-casein genotyping of Polish Black-and-White Holstein-Friesian bulls by polymerase chain reaction. Genetica Polonica. 1993. Vol. 34. P. 65–72.
16. Klauzinska M., Siadkowska E., Grochowska R. Polymorphism of molecular-genetic systems in the Polish red cattle. Tsitol Genet. 2001. Vol. 35 (1). P. 58–60.
17. Lateef Y. M., Hamad R. 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.
18. Leveziel H., Metenier L., Mahe M. Identification of the two common alleles of the bovine k-casein locus by the RFLP technique, using the enzyme Hind III. Genet. Sel. Evol. 1988. Vol. 20. 247 p.

19. Frelich Joint effects of CSN3 and LGB genes on milk quality and coagulation properties in Czech Fleckvieh/ J. Matějček et al. Czech J. Anim. Sci. 2008. Vol. 53(6). P. 246–252.

20. Association of HindIII-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle/ M. Miluchová et al. Acta Biochimica Polonica. 2018. Vol. 65. No. 3. P. 403–407. Doi:https://doi.org/10.18388/abp.2017_2313.

21. 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.

22. Pinder S. J., Perry B. N., Skidmore C. J. Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of polymerase chain reaction. Anim. Genet. 1991. Vol. 22. P. 11–20.

23. Comparison of milk protein composition and rennet coagulation properties in native Swedish dairy cow breeds and high- yielding Swedish Red cows/ N. Poulsen et al. J. Dairy Sci. Vol. 100. P. 8722–8734. Doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2017-12920>

24. Sitkowska B., Neja W. Wiśniewska E. Relations between kappa-casein polymorphism (CSN3) and milk performance traits in heifer cows. Journal of Central European Agriculture. 2008. No. 4. P. 641–644.

25. Zambrano B., Cabrera E., Portilla S., Galindo R. Kappa casein genotypes and curd yield in Holstein cows. Rev Colomb Cienc Pec. 2010. Vol. 23. P. 422–428.

26. Potential influence of κ -casein and β -lactoglobulin genes in genetic association studies of milk quality traits/ J. Zepeda-Batista et al. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2017. Vol. 30 (12). P. 1684–1688. Doi:<https://doi.org/10.5713/ajas.16.0481>

REFERENCES

1. Gaal, E., Medeshi, G., Veretskey, L. (1982). Elektroforez v razdelenii biologicheskikh makromolekul [Electrophoresis in the separation of biological macromolecules]. Moscow: Mir, 446 p.

2. Shkurko, T.P., Ivanov, O.I., Ivanov I.A. (2017). Otsinka molochnoi produktivnosti pervistok holshtynskoi porody za henom kapa-kazeinu [Estimation of milk productivity of Holstein breed firstborns by kappa-casein gene]. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho aharnoe-ekonomichnoho universytetu [Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University]. no. 3, pp. 56–59.

3. Selionova, M. I., CHizhova, L. N., Surzhikova, E. S., SHarko G.N., Mihajlenko, T. N., Chudnovec, A. I. (2019). Porodnye osobennosti allel'nogo profil'ya genov, kontroliruyushchih molochnyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota [Breed features of the allelic profile of genes that control milk production in cattle]. Agrozootekhnika [Agrosotechnics]. no. 2 (1), pp. 1–12. Available at:<https://doi.org/10.15838/alt.2019.2.13>

4. 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. Available at:<https://doi.org/10.3168/jds.2018-15524>

5. Anggraenia, A., Sumantrib, C., Farajallah, A., Andreas, E. (2010). Kappa-Casein Genotypic Frequencies

in Holstein-Friesian Dairy Cattle in West Java Province. Media Peternakan, Vol. 33 (2), pp. 61–67.

6. Azevedo, A., Nascimento, C., Steinberg, R., Carvalho, M., Peixoto, M., Teodoro, R., Verneque, R., Guimarães, S. Machado, M. (2008). Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle. Genetics and Molecular Research. Vol. 7 (3), pp. 623–630.

7. Bezdiček, J. (2007). Allele and genotype frequencies of milkprotein kappa-casein (CSN3) in artificial insemination bulls of czech fleckvieh and holstein breed. Sborník mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v brně. Vol. 5, pp. 17–22.

8. Bonfatti, V., Chiarot, G., Carnier, P. (2014). Glycosylation of κ -casein: Genetic and nongenetic variation and effects on rennet coagulation properties of milk. J. Dairy Sci. Vol. 97, pp. 1961–1969. Available at:<https://doi.org/10.3168/jds.2013-7418>

9. Botaro, B., Vinicius, Y., Simões, C. (2009) Effect of the kappa-casein gene polymorphism, breed and seasonality on physicochemical characteristics, composition and stability of bovine milk. Revista Brasileira de Zootecnia. Vol. 38 (12), pp. 2447–2454. Available at:<https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001200022>

10. Deb, R., Singh, U., Kumar, S., Singh, R., Sengar, G., Sharma, A., (2014). Genetic polymorphism and association of kappa-casein gene with milk production traits among Frieswal (HF × Sahiwal) cross breed of Indian origin. Journal of Veterinary Research, Shiraz University IJVR. Vol. 15 (4), pp. 406–408.

11. Gallinat, J., Qanbari, S., Drögemüller, C., Pimentel, E., Thaller, G., Tetens, J. (2013). DNA-based identification of novel bovine casein gene variants. J. Dairy Sci. January. 2013. Vol. 96 (1), pp. 699–709. Available at:<https://doi.org/10.3168/jds.2012-5908>

12. Gustavsson, F., Buitenhuis, A., Johansson, M., Bertelsen, H., Glantz, M., Poulsen, N. (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. Available at:<http://doi.org/10.3168/jds.2013-7312>

13. Gustavsson, F., Glantz, M., Buitenhuis, A., Lindmark, M., Stalhammar, H., Andren, A., Paulsson, M. (2014). Factors influencing chymosin-induced gelation of milk from individual dairy cows: Major effects of casein micelle size and calcium. International Dairy Journal, Vol. 39(1), pp. 201–208.

14. Heck, J.M.L., Schennink A., van Valenberg H.J.F., Bovenhuis H., Visker, M. H. P. W., van Arendonk, J. A. M., van Hooijdonk, A. C. M. (2019). Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk, Journal of Dairy Science. Vol. 92(3), pp. 1192–1202. Available at:<https://doi.org/10.3168/jds.2008-1208>

15. Kaminski, S., Figiel, L. (1993). Kappa-casein genotyping of Polish Black-and-White Holstein-Friesian bulls by polymerase chain reaction. Genetica Polonica. Vol 34, pp. 65–72.

16. Klauzinska, M., Siadkowska, E., Grochowska, R. (2001). Polymorphism of molecular-genetic systems in the Polish red cattle. Tsitol Genet. Vol. 35 (1), pp. 58–60.

17. Lateef, Y. M., Hamad, R. (2019). Effect of mutation site of κ -casein gene on protein quantity, composition, and other milk constituents in Holstein cows. J. Pharm. Sci. Vol. 11(2), pp. 398–401.

18. Leveziel, H., Metenier, L., Mahe, M. (1988). Identification of the two common alleles of the bovine κ -casein locus by the RFLP technique, using the enzyme Hind III. *Genet. Sel. Evol.* Vol. 20. 247 p.

19. Matějček, J., Matějčková, M., Štípková, O., Hanuš, V., Genčurová, J., Kyseľová, E., Němcová, T., Kott, J., Šefrová, M., Krejčová, S., Melčová, I., Hölzelová, J., Bouška, J. (2008) Frelich 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. 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. Available at: https://doi.org/10.18388/abp.2017_2313.

21. 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.

22. Pinder, S. J., Perry, B. N., Skidmore, C. J. (1991). Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of polymerase chain reaction. *Anim. Genet.* Vol. 22, pp. 11–20.

23. Poulsen, N., Glantz, M., Rosengaard, N., 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. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12920>

24. Sitkowska, B., Neja, W., Wiśniewska, E. (2008). Relations between kappa-casein polymorphism (CSN3) and milk performance traits in heifer cows. *Journal of Central European Agriculture*. Vol. 4, pp. 641–644.

25. Zambrano, B., Cabrera, E., Portilla, S., Galindo, R. (2010). Kappa casein genotypes and curd yield in Holstein cows. *Rev Colomb Cienc Pecu.* Vol. 23, pp. 422–428.

26. Zepeda-Batista, J., Saavedra-Jiménez, A., Ruiz-Flores, A., Núñez-Domínguez, R., Ramírez-Valverde, L. (2017). Potential influence of κ -casein and β -lactoglobulin genes in genetic association studies of milk quality traits. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol. 30 (12), pp. 1684–1688. Available at: <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0481>

Анализ молочной продуктивности коров украинской бурой молочной породы разных генотипов по каппа-казеину

Ладька В.И., Скляренко Ю.И., Павленко Ю. Н.

В стаде украинской бурой молочной породы проведены исследования, целью которых было изучение влияния генотипа коров по каппа-казеину на показатели молочной продуктивности. Проведено генотипирование 29 голов крупного рогатого скота. Определение полиморфизма гена каппа-казеина проводили в генетической лаборатории Института физиологии им. Богомольца НАН с помощью молекулярно-биологического анализа распознавания аллелей методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в реальном времени.

Аллель А имел большую частоту – 0,517 по сравнению В – 0,483 в локусе гена каппа-казеина, хотя разница

была не существенной. В результате доля генотипов АА и ВВ была высокой (38 и 34 % соответственно). Проведенный генетико-статистический анализ обнаружил избыток в каппа-казеиновом локусе гомозиготных вариантов АА и ВВ, и недостаток гетерозиготного АВ.

О достаточном уровне консолидации в исследуемой популяции крупного рогатого скота свидетельствует степень гомозиготности, которая составляет 50,1 %. Число эффективно действующих аллелей в локусе каппа-казеина коров украинской бурой молочной породы составляет 1,99 при максимальном значении уровня полиморфности, возможном при двухаллельном локусе – 2. Тест гетерозиготности (ТГ) свидетельствует о меньшей доле фактических гетерозигот относительно доли теоретических гетерозигот. Причиной существующей генетической структуры стада украинской бурой молочной породы по локусу каппа-казеина стало использование производителей швицкого скота, который в большинстве не был оценен по генотипу гена каппа-казеина.

Исследование уровня молочной продуктивности коров разных генотипов по каппа-казеину за первую лактацию достоверной разницы не показало. При этом гетерозиготные (АВ) животные уступали гомозиготным (АА и ВВ) по величине удоя, а по качественным показателям преимущество имели животные с генотипами АА и АВ. По наивысшей лактации была установлена достоверная разница по величине удоя и количеству молочного жира. Гомозиготные животные (АА и ВВ) достоверно ($p < 0,05$) преобладали над гетерозиготными (АВ) по величине удоя, соответственно на 1091 и 922 кг. Животные с гетерозиготным АВ генотипом по среднему количеству молочного жира достоверно уступали гомозиготным с генотипами АА и ВВ животным ($p < 0,05$).

Небольшое количество опытных животных стало одной из причин несоответствия результатов исследований с данными других ученых.

Ключевые слова: порода, удой, содержание жира, содержание белка, каппа-казеин, генотип, аллель.

Analysis of dairy productivity of cows of ukrainian brown dairy breed of different genotypes by kappa-casein **Ladyka V., Sklyarenko Y., Pavlenko Y.**

In the herd of cattle of the Ukrainian Brown Dairy breed studies were conducted, the purpose of which was to study the influence of the genotype of cows by kappa-casein on the indicators of their milk productivity. Genotyping of 29 heads of cattle. Determination of the polymorphism of the kappa-casein gene was performed in the genetic laboratory of the Institute of Physiology n.a. Bogomolets of NAS using molecular biological analysis of allele recognition by polymerase chain reaction (PCR) in real time.

Allele A had a slightly higher frequency - 0.517 compared to allele B - 0.483 at the locus of the kappa-casein gene, although it was not significant. As a result, the proportions of AA and BB genotypes were high (38 and 34%, respectively). The performed genetic-statistical analysis revealed an excess in the kappa-casein locus of homozygous variants AA and BB and a lack of heterozygous AB.

The degree of homozygosity, which is 50.1%, indicates a sufficient level of consolidation in the studied population of cattle. The number of effective active alleles in the kappa-casein locus of cows of the Ukrainian Brown Dairy breed is

1.99, with the maximum value of the level of polymorphism possible at a two-allele locus of 2. A negative heterozygosity test (HT) indicates a lower proportion of actual heterozygotes relative to the proportion of theoretical heterozygotes. The reason for the existing genetic structure of the herd of Ukrainian Brown Dairy breeds by the kappa-casein locus was the use of Swiss cattle breeders, most of which were not evaluated by the genotype of the kappa-casein gene.

Studies of the level of milk productivity of cows of different genotypes by kappa-casein in the first lactation did not reveal a significant difference. At the same time, heterozygous (AB) animals were inferior to homozygous (AA and BB) in terms of milk yield, and animals with AA and AB genotypes

were preferred in terms of quality. For the best lactation, a significant difference was found in the amount of milk yield and the amount of milk fat. Homozygous animals (AA and BB) significantly ($p < 0.05$) outperformed heterozygous (AB) in milk yield, by 1091 and 922 kg, respectively. Animals with heterozygous AB genotype in terms of the average amount of milk fat were significantly inferior to homozygous AA and BB animals ($p < 0.05$).

The small number of experimental animals was one of the reasons for the discrepancy between the results of research and the data of other scientists.

Key words: breed, milk yield, fat content, protein content, kappa casein, genotype, allele.



Copyright: Ладика В.І., Скляренко 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.
Скляренко 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>

УДК 636.4.087

Вікова динаміка відтворних якостей свиноматок залежно від тривалості підсисного періоду

Швачка Р.П. , Повод М.Г. 

Сумський національний аграрний університет



E-mail: Швачка Р.П. ruslans19hvachka@gmail.com; Повод М.Г. nic.pov@ukr.net



Швачка Р.П., Повод М.Г. Вікова динаміка відтворних якостей свиноматок залежно від тривалості підсисного періоду. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 82–97.

Shvachka R.P., Povod M.G. Vikova dynamika vidtvornykh yakостей svynomatok zalezchno vid tryvalosti pidsysnogo periodu. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnystva», 2021. № 1. PP. 82–97.

Рукопис отримано: 22.03.2021 р.

Прийнято: 02.04.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-82-97

Досліджено вплив віку свиноматок на їх відтворні якості за традиційної (28 діб) та скороченої (21 доба) тривалості підсисного періоду. Встановлено, що загальна кількість народжених поросят зростала, починаючи з другого репродуктивного циклу і до шостого включно. За традиційної тривалості підсисного періоду найбільш суттєве зростання спостерігали за третього, четвертого та п'ятого опоросів (8,0–8,6 %), тимчасом за скороченої тривалості підсисного періоду воно виявилось суттєво нижчим (3,8–4,9 %) і тривало від третього до п'ятого репродуктивних циклів. Зі зростанням репродуктивного віку свиноматок збільшувалась їх багатоплідність. Найвищий її ріст за обох термінів відлучення поросят припадав на третій опорос, після чого поступово знижувався. Свиноматки зі скороченою тривалістю підсисного періоду мали нижчий приріст багатоплідності впродовж усього репродуктивного життя. Маса гнізда поросят під час народження зростала до третього опоросу, після чого поступово знижувалась. За традиційної тривалості підсисного періоду інтенсивність збільшення маси гнізда поросят під час народження з віком свиноматок вища порівняно з аналогами, у яких був скорочений термін лактації. Збереженість поросят у гніздах свиноматок погіршувалась зі збільшенням їх репродуктивного віку. Менш інтенсивно вона погіршувалась у свиноматок зі скороченою тривалістю підсисного періоду. Кількість поросят за відлучення залежала здебільшого від віку свиноматок та менше – від тривалості підсисного періоду. Починаючи з третього опоросу, вона постійно знижувалась зі збільшенням віку свиноматки незалежно від тривалості підсисного періоду. Середня маса одного поросят зростає з віком свиноматок, починаючи з третього опоросу, її зростання більш інтенсивне за скороченої тривалості лактації. Збільшення маси гнізда поросят за відлучення найбільш суттєве за 3–5 опоросів, після чого спостерігали зниження цього показника за обох термінів відлучення поросят. Комплексне оцінювання відтворних якостей свиноматок за допомогою індексів підтверджує зростання продуктивності свиноматок упродовж другого–четвертого репродуктивних циклів з поступовим її зниженням упродовж п'ятого–шостого опоросів як за традиційної, так і скороченої тривалості підсисного періоду. Доведено, що чинник віку свиноматки визначає достовірний вплив на кількість поросят за відлучення (9,43 %), їх збереженість (5,56 %), масу гнізда поросят за відлучення (1,87 %) та багатоплідність (1,65 %). Тимчасом чинник тривалості підсисного періоду вплинув на масу гнізда поросят за відлучення з силою 28,49 %, кількість поросят за відлучення – 0,62 %, збереженість поросят до відлучення – на рівні 0,19 % і не впливав на багатоплідність свиноматок.

Ключові слова: свиноматка, репродуктивний цикл, тривалість лактації, багатоплідність, збереженість, поросят.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Україна є державою, де свинарство є традиційною галуззю тваринництва. Нині, за твердженням В.В. Немченко [1], ця галузь на третину забезпечує попит населення України на м'ясну сировину, поступаючись лише м'ясу птиці. Як стверджує Н.П. Грищенко [2], в Україні останнім часом зменшується кількість дрібних виробників свинини, які не витримують жорсткої конкуренції на ринку, а їх місце займають потужні промислові підприємства з індустріальною потоковою технологією виробництва свинини. Основою виробництва на промисловому комплексі, як зазначають Т. Whiting [3], В. Волошук [4], И. Морару [5], М. Повод [6], А. Черненко [7], є репродуктивні підприємства, а основним засобом – продуктивна свиноматка, від раціонального використання якої залежить ефективність виробництва загалом на підприємстві. З метою інтенсифікації використання маточного поголів'я застосовують різноманітні технологічні прийоми, одним з яких є скорочення тривалості підсисного періоду [8, 9, 10]. Як стверджує V. D. Leibbrandt [11], у більшості країн з розвинутим свинарством переважає тенденція скорочення підсисного періоду свиноматок. За повідомленнями S. Jarvis [12] та В. Peet [13], у США та Канаді поросят відлучають у 14–16-добовому віці, в окремих країнах Латинської Америки та Австралії – 21-добовому, в Англії – 25-добовому, у Данії – 28-добовому віці. Однак останнім часом у країнах ЄС, як стверджує А. Гетья [14], переважають тенденції підвищення віку поросят за відлучення, які закріплено на законодавчому рівні. Як запевняє А. І. Виноградський [9], застосування новітніх досягнень біотехнології у виробництві комбікормів та додавання у престартерні корми ферментів, антибіотиків, біологічно активних речовин дає змогу впроваджувати у виробництво раннє відлучення поросят у три тижні і раніше. Однак, як стверджує S. Jarvis [12], відлучення поросят на промислових комплексах у віці 2–3 тижнів через зміну місця утримання, утворення нової ієрархічної структури, перехід від вживання молока до вживання штучних кормів спричиняє у них стресовий стан, за якого тварини певний час відмовляються від корму. Унаслідок цього, за твердженнями V.D Leibbrandt [11], поросята недоотримують потрібну для їх нормальної життєдіяльності кількість енергії. Тимчасом за спостереженнями J. M. Campbell et. all [15], незалежно від віку відлучення поросята втрачають за першу добу після відлучення 100–250 г живої маси і відновлюють цю втрату лише на четверту добу. Схожі результати отримав у своїх дослідженнях М. В. Кузьмен-

ко [16], який доводить, що за різних термінів відлучення поросята переходять на повноцінне споживання сухого корму лише наприкінці першого тижня дорошування. На думку В.С. Походні [17], раннє відлучення поросят спричиняє стресові стани, знижує інтенсивність росту поросят на дорошуванні, що призводить до збільшення витрат на їх утримання. Його думку підтверджують Л.В. Польовий зі співавторами [18], які зазначають, що за скорочення тривалості підсисного періоду збільшуються витрати дорогого престартерного корму, що зменшує рентабельність виробництва. На думку О. М. Маменко [19], який досліджував ефективність відлучення поросят від свиноматок у 15, 21, 35 діб, найдоцільнішим є їх відлучення у віці 21–28 діб. Водночас Є. А. Козина [20] у своїх дослідках встановила, що кращою тривалістю підсисного періоду є 21 доба, за якої свиноматки майже не втрачають своєї вгодованості, а поросята раніше привчаються до поїдання комбікормів, що сприяє розвитку їх травної системи, і у результаті спостерігається підвищення їх енергії росту. Як зазначає П.П. Антоненко [21], за раннього відлучення поросята раніше розпочинають споживати рослинну їжу, унаслідок цього у них підвищуються середньодобові прирости живої маси за зниження собівартості корму. Перевага скорочення лактації, як стверджує Т. Whiting [3], у тому, що свиноматку за таких умов можливо більш інтенсивно використовувати завдяки скороченню відтворного циклу, що забезпечує отримання від неї більшої кількості опоросів на рік, оскільки свиноматці необхідно майже 14 діб для відновлення організму від наслідків попередньої поросності до того стану, коли можливе її наступне осіменіння. Однак, як зазначають D.L. Turpin, P. Langendijk, T.Y. Chen, J.R. Pluske [10], скорочення терміну лактації спричиняє повільніший прихід в охоту та зниження кількості поросят у гнізді. Тимчасом, на думку Є. В. Творогової [22], зниження тривалості лактації з 30 до 17 діб не впливає на кількість поросят, отриманих від однієї свиноматки в рік, а застосування раннього відлучення поросят дає змогу отримувати від кожної свиноматки 2,5–2,68 опороси на рік. Водночас у своїх дослідженнях P. Langendijk et. all [11] стверджують, що збільшення тривалості підсисного періоду призводить до зниження рівня стресу після відлучення, у результаті чого поросята починають споживати більше кормів, однак за таких умов погіршується відтворна функція свиноматок.

Поряд з інтенсивністю використання свиноматок важливим є їх продуктивне довголіт-

тя, яке, на думку багатьох дослідників, залежить від інтенсивності використання тварин. Так О.В. Руковицян [23] зазначає, що ефективність використання свиноматок залежить від тривалості їх репродуктивного життя, а рівень відтворних якостей збільшується за кожного наступного репродуктивного циклу, включаючи восьмий. Дослідженнями Д. Кнехт [24] встановлено, що найгірші показники відтворної продуктивності були у свиноматок за першого опоросу, а найкращі – за 3- та 4-го. Про вплив віку свиноматок на їх продуктивність також вказують Н.А. Піотрович [25] та С.І. Луговий [26], які зазначають про найкращий її прояв за третього–п'ятого репродуктивного циклу.

У доступних джерелах інформації не виявлено даних щодо впливу різної тривалості підсисного періоду на продуктивне довголіття свиноматок.

Мета дослідження – вивчити вплив різної тривалості лактації свиноматок на динаміку їх продуктивності за шість лактацій.

Матеріал і методи дослідження. Для визначення вікової динаміки відтворних якостей свиноматок залежно від тривалості їх підсисного періоду та впливу на них чинників віку свиноматок і тривалості підсисного періоду, було проведено аналіз продуктивності двопородних свиноматок від поєднання ірландської великої білої та ландрас порід за осіменіння їх спермою термінальних кнурів синтетичної лінії МахГго в умовах промислових репродукторів ТОВ «НВП «Глобинський свиноматок-комплекс». На репродукторі № 1 відлучення поросят від свиноматок відбувалось упродовж останніх трьох років у віці 21 доба, тимчасом на аналогічному за розмірами та технологією репродукторі № 2 тривалість підсисного періоду становила 28 діб. За контроль у дослідженнях було прийнято тварин, яких утримували на репродукторі № 2, та які мали традиційну тривалість підсисного періоду 28 діб. Тимчасом дослідну групу становили свиноматки, яких утримували на репродукторі № 1.

У холостий та умовно поросний період свиноматок на обох репродукторах утримували в ідентичних індивідуальних станках розміром 0,7 на 2,4 м на частково щільній бетонній підлозі з нормованою годівлею, яку регулювали за допомогою об'ємних дозаторів корму. Напування свиноматок здійснювали з напувалок сталого рівня. На обох свиноматок-комплексах підтримання параметрів мікроклімату здійснювали за допомогою автоматичної системи вентиляції, кондиціонування та підігріву повітря фірми «Big Dutchman». Така система

негативного тиску була ідентичною цій технологічній групі свиноматок на обох комплексах.

Утримання свиноматок зі встановленою поросністю відбувалося в окремих приміщеннях, стабільними групами по 60 голів, на повністю щільній бетонній підлозі, з нормованою годівлею за допомогою кормових станцій «Calmatic» фірми «Big Dutchman». Система вентиляції в приміщеннях для цієї технологічної групи була аналогічною для обох комплексів і схожою з приміщеннями для умовно порослих свиноматок.

Підсисних свиноматок з поросятами на обох підрозділах утримували в окремих секціях по 60 голів у кожній, в індивідуальних станках розміром 1,8 на 2,4 м, на повністю щільній підлозі, чавунній для свиноматок і полімерній для поросят. З метою створення локального мікроклімату для поросят кожен станок було обладнано водяним килимком підігріву та інфрачервоною лампою. Годівлю свиноматок з другої доби лактації здійснювали вволю за допомогою індивідуальних дозаторів корму «Sowmax» фірми «Hog Slat Україна».

Їх напування проводили з індивідуальної ніпельної автонапувалки, розташованої над годівницею.

Підгодівлю поросят здійснювали за допомогою з'ємної круглої годівниці, яку закріплювали на решітчастій підлозі, а напування – з мисочкової автонапувалки, розташованої в тильній частині станка.

Годівля свиноматок та поросят була повноцінною і збалансованою, комбікормами відповідних рецептур, які виготовляли на власному комбікормовому заводі. Підгодівлю поросят обох груп здійснювали з 7 доби життя престартерними кормами компанії «Cargil».

У дослідженнях враховували наступні показники: загальну кількість поросят під час народження (потенційна багатоплідність), кількість живих поросят під час народження (багатоплідність), масу гнізда під час народження, великоплідність, збереженість поросят до відлучення та їх кількість і масу гнізда.

Для визначення комплексної оцінки відтворних якостей досліджуваних тварин використовували оціночний індекс за обмеженою кількістю ознак (1) [27]:

$$I = B + 2W + 35G \quad (1)$$

де I – індекс відтворних якостей, балів;

B – кількість поросят під час народження, гол.;

W – кількість відлучених поросят, гол.;

G – середньодобовий приріст поросят за відлучення, кг.

Використовували також селекційний індекс відтворних якостей свиноматок, запропонований О. Церенюком [28], який розрахований за формулою:

$$СІВЯС = 6X_1 + 9,34 (X_2 / X_3), \quad (2)$$

де СІВЯС – селекційний індекс відтворних якостей свиноматок, балів;

X_1 – багатоплідність, гол.;

X_2 – маса гнізда за відлучення, кг;

X_3 – термін відлучення, діб;

6 та 9,34 – постійні коефіцієнти.

Двофакторним дисперсійним аналізом визначали силу впливу віку свиноматок та тривалості підсисного періоду на зміни основних показників відтворних якостей свиноматок.

Результати дослідження та обговорення.

Загальна кількість поросят під час народження поступово збільшувалась із підвищенням репродуктивного віку свиноматок (табл. 1). Так, як видно з рисунка 1, у свиноматок контрольної групи таке збільшення становило 0,58 голови, або 4,2 % ($p < 0,001$), тимчасом у тварин зі скороченою тривалістю підсисного періоду це підвищення становило 0,13 голови, або 2,3 % ($p < 0,01$). За третього репродуктивного циклу загальна кількість народжених поросят збільшилась суттєвіше в обох групах. Так, за традиційної тривалості підсисного періоду за тре-

тім опоросом вона підвищилась на 8,2 %, або 1,15 голови ($p < 0,001$), тимчасом у їх аналогів зі скороченою тривалістю підсисного періоду вона підвищилась на 4,9 %, або 0,71 голови ($p < 0,001$) порівняно з першим опоросом.

За четвертого репродуктивного циклу порівняно з першим опоросом у тварин контрольної групи загальна кількість народжених поросят була вищою на 1,12 голови, або 8,0 % ($p < 0,001$), тимчасом у свиноматок дослідної групи таке підвищення становило 0,65 голови, або 4,5 % ($p < 0,001$).

За п'ятим опоросом у свиноматок обох груп також спостерігали вищу порівняно з першим опоросом загальну кількість народжених поросят. Це підвищення виявилось нижчим порівняно з четвертим у свиноматок зі скороченою тривалістю підсисного періоду. Так, у свиноматок з традиційною тривалістю підсисного періоду таке підвищення становило 1,20 голови, або 8,56 % ($p < 0,001$), тимчасом у тварин дослідної групи воно становило 0,55 поросят, або 3,8 % ($p < 0,001$). За шостого опоросу рівень зростання загальної кількості народжених поросят у контрольній групі залишився досить високим і становив 0,86 голови, або 6,1 % ($p < 0,001$), тимчасом у дослідній він виявився нижчим і становив лише 0,41 голови, або 2,8 %, порівняно з першим опоросом ($p < 0,001$).

Таблиця 1 – Вікова динаміка відтворних якостей свиноматок залежно від тривалості підсисного періоду

Показник	Вік відлучення поросят, діб	Репродуктивний цикл					
		1	2	3	4	5	6
		(n=458)	(n=560)	(n=386)	(n=396)	(n=276)	(n=314)
Загальна кількість народжених поросят, гол.	28	14,02±0,088	14,60±0,083***	15,17±0,101***	15,14±0,119***	15,22±0,155***	14,88±0,137***
	21	14,42±0,076	14,75±0,088**	15,13±0,086***	15,07±0,099***	14,97±0,136***	14,83±0,191*
Багатоплідність, гол.	28	13,51±0,088	13,96±0,073***	14,25±0,101***	14,12±0,119***	13,96±0,133**	13,46±0,127
	21	13,83±0,071	14,12±0,079**	14,27±0,077***	14,04±0,091	13,78±0,119	13,66±0,162
Маса гнізда під час народження, кг	28	18,73±0,114	19,34±0,108***	19,84±0,134***	19,66±0,153***	19,47±0,185***	18,66±0,187
	21	18,78±0,099	19,24±0,107**	19,41±0,108***	19,16±0,124*	18,89±0,163	18,56±0,226
Великоплідність, кг	28	1,39±0,002	1,39±0,003	1,39±0,004	1,39±0,002	1,39±0,003	1,39±0,005
	21	1,36±0,002	1,36±0,002	1,36±0,003	1,37±0,002***	1,37±0,003**	1,36±0,004
Кількість поросят за відлучення, гол.	28	12,54±0,058	12,86±0,048***	12,47±0,041	12,08±0,058***	11,87±0,055***	11,58±0,068***
	21	12,80±0,041	12,92±0,042*	12,63±0,032**	12,24±0,039***	12,16±0,056***	11,91±0,095***
Збереженість, %.	28	93,41±0,342	92,73±0,313	88,48±0,450***	86,70±0,473***	86,35±0,568***	87,33±0,554***
	21	93,21±0,309	92,33±0,342	89,52±0,379***	88,36±0,403***	89,38±0,515***	88,21±0,689***
Маса одного поросяти за відлучення, кг	28	7,59±0,041	7,20±0,038***	7,64±0,042	7,99±0,041***	8,02±0,046***	7,98±0,040***
	21	6,03±0,049	6,01±0,048	6,30±0,053***	6,53±0,060***	6,62±0,075***	6,33±0,088**
Маса гнізда поросят за відлучення, кг	28	94,41±0,352	91,89±0,346***	94,96±0,426	95,89±0,406**	94,80±0,477	91,96±0,470***
	21	76,81±0,595	77,21±0,532	79,25±0,586**	79,39±0,642**	79,92±0,813**	74,90±0,973
СІВЯС, балів	28	113,72	115,54	118,34	117,89	116,55	112,57
	21	105,14	120,77	122,62	121,31	120,00	116,93
Оціночний індекс, балів	28	46,63	47,38	47,29	46,82	46,28	45,17
	21	46,97	47,46	47,36	46,58	46,36	45,48

Отже, загальна кількість народжених поросят зростала, починаючи з другого репродуктивного циклу і до шостого включно. За традиційної тривалості підсисного періоду найбільш суттєве зростання спостерігали за третього, четвертого та п'ятого опоросів (8,0–8,6 %), тимчасом за скороченої тривалості підсисного періоду воно виявилось суттєво нижчим (3,8–4,9 %) і тривало від третього до п'ятого репродуктивного циклу.

За даними таблиці 1 та рисунком 2 видно, що зі зростанням репродуктивного віку свиноматок обох груп збільшувалася їх багатоплід-

ність. Однак, як і загальна кількість народжених поросят, вона мала відмінність залежно від тривалості підсисного періоду. Так, за традиційної тривалості підсисного періоду спостерігали достовірне збільшення багатоплідності до першого опоросу: у другому – на 0,45 голови, або 3,3 % ($p<0,01$); третьому – 0,74 голови (5,5 %) ($p<0,001$); четвертому – 0,61 голови (4,5 %) ($p<0,001$); п'ятому – 0,45 голови (3,3 %) ($p<0,001$); у шостому – 0,05 голови, або 0,4 %.

Водночас за скороченої тривалості лактації свиноматки дослідної групи мали нижчий темп приросту багатоплідності зі зростанням

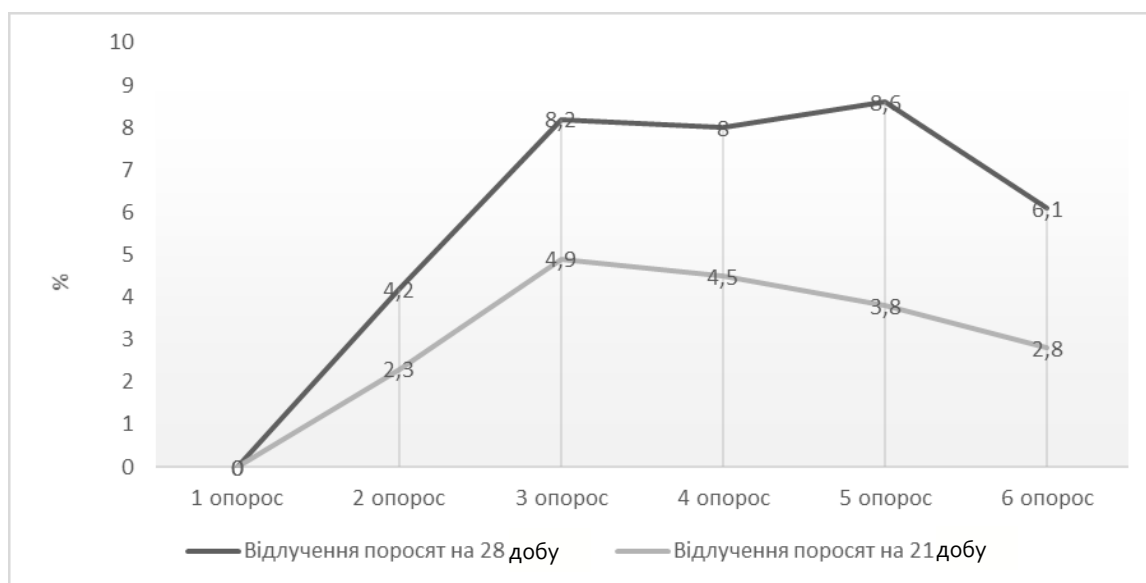


Рис.1. Вікова динаміка зростання загальної кількості народжених поросят у свиноматок з різною тривалістю підсисного періоду, %.

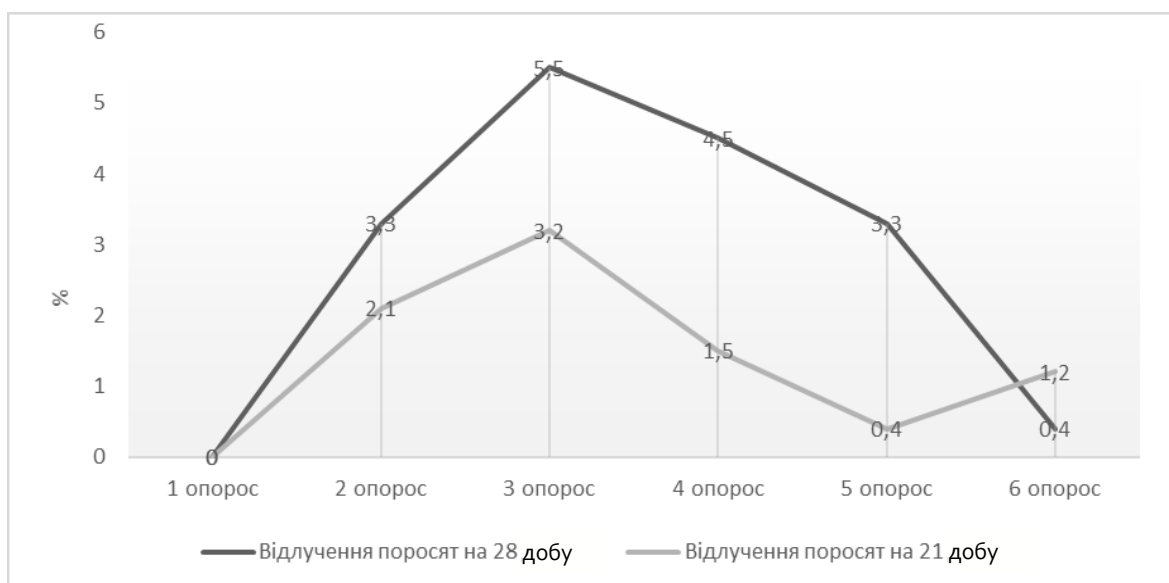


Рис. 2. Вікова динаміка зростання багатоплідності свиноматок з різною тривалістю підсисного періоду, %.

їх репродуктивного віку. Так, за другого опоросу збільшення багатоплідності становило 0,29 голови (2,1 %) ($p<0,01$); у третьому, четвертому, п'ятому та шостому опоросах спостерігали тенденцію підвищення багатоплідності: на 0,44 голови (3,2 %); 0,21 голови (1,5 %); 0,05 голови (0,4 %); 0,17 голови (1,2 %), відповідно, щодо показника першого опоросу.

Отже, зі зростанням репродуктивного віку свиноматок збільшувалась їх багатоплідність. Найвищий її ріст за обох термінів відлучення поросят припадав на третій опорос, після чого поступово знижувався. Свиноматки зі скороченою тривалістю підсисного періоду мали нижчий приріст багатоплідності впродовж усього репродуктивного життя.

Під час аналізу вікових змін маси гнізда поросят під час народження, наведених у таблиці 1 та на рисунку 3, також встановлено підвищення цього показника в обох групах свиноматок до п'ятого опоросу, після чого маса гнізда знизилась нижче рівня першого опоросу. Оскільки маса гнізда поросят під час народження тісно корелює з багатоплідністю, закономірним є результат її найвищого збільшення у свиноматок обох груп за третьої лактації. Вищою вона виявилась у тварин контрольної групи за традиційної тривалості підсисного періоду. Так, за другого опоросу в цій групі маса гнізда поросят під час народження достовірно ($p<0,001$) зросла на 0,61 кг, або 3,3 %, тимчасом за скороченої тривалості підсисного періоду вона достовірно ($p<0,01$) збільшилась лише на 0,46 кг (2,5 %) порівняно з показником першого опоросу. За третім репродуктивним циклом, порівнюючи з першим, у свиноматок з

традиційним терміном підсисного періоду маса гнізда поросят під час народження зросла на 1,11 кг, або 5,9 % ($p<0,001$), тимчасом за скороченої тривалості лактації цей показник становив лише 0,63 кг (3,4 %) ($p<0,001$). Під час четвертого опоросу збільшення маси гнізда новонароджених поросят становило у свиноматок з традиційною тривалістю лактації 0,93 кг (5,0 %) ($p<0,001$), тимчасом за скороченої її тривалості це перевищення над показником першого опоросу становило 0,38 кг, або 2,0 % ($p<0,05$).

За п'ятого опоросу маса гнізда поросят збільшилась порівняно з першим на 0,74 кг або 4,0 % ($p<0,001$) за традиційної тривалості лактації, тимчасом за скороченої вона підвищилась лише на 0,11 кг (2,0 %). Під час шостого репродуктивного циклу у свиноматок обох груп спостерігали тенденцію зниження маси новонароджених поросят порівняно з першим опоросом на 0,07 кг за традиційної тривалості лактації та на 0,22 кг за скороченої.

Отже, маса гнізда поросят під час народження зростає до третього опоросу, після чого поступово знижується. За традиційної тривалості підсисного періоду інтенсивність збільшення маси гнізда поросят під час народження з віком свиноматок вища порівняно з аналогами, у яких був скорочений термін лактації.

Великоплідність свиноматок за традиційної тривалості підсисного періоду була стабільною впродовж усього репродуктивного життя, тимчасом за скороченої її тривалості вона виявилась нижчою за першим опоросом порівняно з аналогами з традиційною лактацією і достовірно ($p<0,01$) на 0,74 % підвищувалась за четвертого та п'ятого опоросів.

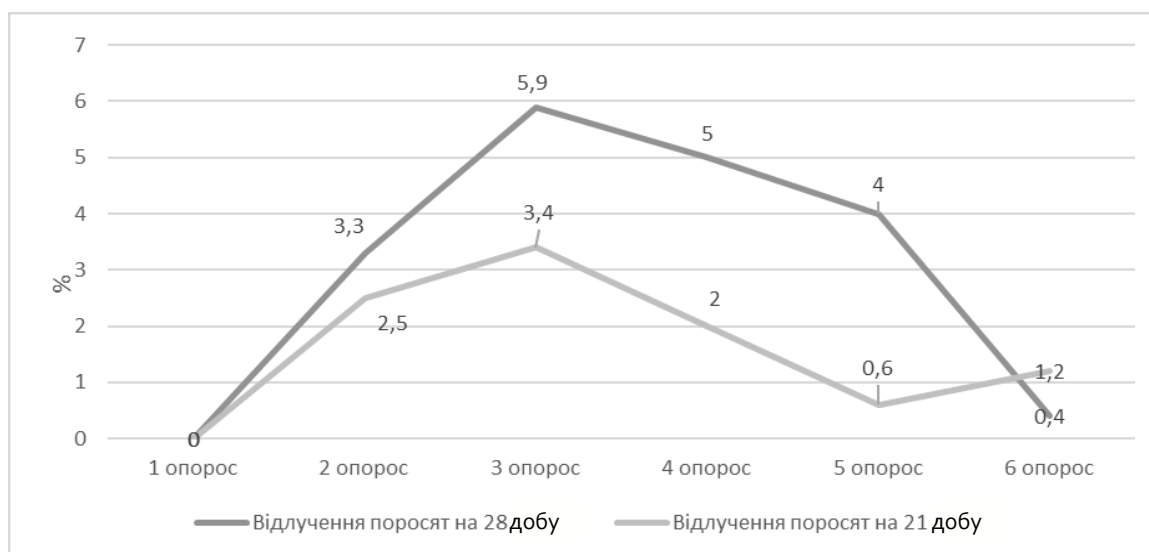


Рис.3. Вікова динаміка зростання маси гнізда поросят під час народження у свиноматок з різною тривалістю підсисного періоду, %.

Збереженість поросят негативно корелює з багатоплідністю. У зв'язку з цим закономірним явищем є зменшення цього показника з віком свиноматок, враховуючи збільшення в цей період багатоплідності. Закономірно, що за скороченої на сім діб тривалості підсисного періоду збереженість поросят була вищою у свиноматок дослідної групи. Нижчими були і темпи спаду збереженості зі зростанням віку свиноматок. Так, у цій групі збереженість поросят за другої лактації знизилась на 0,7 %, тимчасом у контрольній – на 0,8 % порівняно з першим опоросом. За третьої лактації таке зниження збереженості достовірно ($p < 0,001$) відбувалося у дослідній групі – на 3,7 %, тимчасом у контрольній воно сягнуло 4,9 % ($p < 0,001$). Під час четвертої лактації у контрольній групі зниження збереженості порівняно з першою лактацією становило 6,7 % ($p < 0,001$), тимчасом у дослідній воно сягнуло 4,9 % ($p < 0,001$). За п'ятим опоросом погіршення збереженості у свиноматок з традиційною тривалістю лактації становило 7,1 % ($p < 0,001$) порівняно з першою, тимчасом за скороченого терміну відлучення поросят воно сягнуло 3,8 % ($p < 0,001$). Під час шостого опоросу темпи зниження збереженості в гніздах обох груп свиноматок дещо зблизились. Так, за традиційної тривалості підсисного періоду збереженість знизилась на 6,1 % ($p < 0,001$), тимчасом за скороченої його тривалості зниження сягнуло 5,0 % ($p < 0,001$) порівняно з першим опоросом.

Отже, збереженість поросят у гніздах свиноматок погіршувалась зі збільшенням їх репродуктивного віку. Менш інтенсивно вона знижувалась у свиноматок зі скороченою тривалістю підсисного періоду.

На кількість поросят за відлучення прямо впливає як багатоплідність, так і їх збереженість. Як видно з рисунка 5, порівняно з першим опоросом кількість поросят збільшувалась за обох термінів відлучення лише за другої лактації. За традиційної тривалості підсисного періоду вона достовірно зросла на 0,32 поросяти, або 2,6 % ($p < 0,001$), тимчасом за скороченої лактації спостерігали тенденцію збільшення на 0,12 голови, або 0,9 %. Починаючи з третьої лактації, кількість поросят за відлучення виявилась меншою порівняно з першим опоросом за обох термінів відлучення поросят. Так, за третьої лактації спостерігали тенденцію незначного зменшення кількості поросят до відлучення за традиційної тривалості підсисного періоду на 0,07 голови, або 0,6 %, та достовірне зменшення їх кількості на 0,17 голови (1,3 %) ($p < 0,01$) за скороченої тривалості лактації порівняно з першим опоросом. Порівнюючи з першим опоросом, за четвертої лактації кількість поросят за відлучення достовірно знизилась в обох групах. Так, у контрольній групі вона достовірно зменшилась на 0,46 поросяти, або 3,7 % ($p < 0,001$), тимчасом у дослідній – на 0,56 голів, або 4,4 % ($p < 0,001$). За п'ятим опоросом свиноматки з традиційною



Рис.4. Вікова динаміка збереженості поросят у гніздах свиноматок з різною тривалістю підсисного періоду, %.

тривалістю підсисного періоду мали достовірно ($p < 0,001$) на 0,67 голів, або 5,4 %, менше поросят у гнізді порівняно з першою лактацією. На 0,4 % меншим зниження цього показника виявилось у гніздах свиноматок, лактація яких була на 7 діб коротшою (0,64 голови) ($p < 0,001$). Найменшу кількість поросят у гнізді за обох термінів відлучення встановлено за шостою репродуктивного циклу свиноматок. Так, за традиційної тривалості підсисного періоду таке зменшення становило 0,96 голови, або 7,7 % ($p < 0,001$), тимчасом за скороченої тривалості лактації ці значення становили 0,89 голови, або 7,0 % ($p < 0,001$).

Отже, кількість поросят за відлучення залежала здебільшого від віку свиноматок та менше – від тривалості підсисного періоду. Починаючи з третього опоросу, вона постійно знижувалася зі збільшенням віку свиноматки незалежно від тривалості підсисного періоду.

Маса поросят за відлучення негативно корелює з їх кількістю в цей час. За різної тривалості підсисного періоду закономірною є різна маса поросят наприкінці. Як видно з рисунка 6, зниження середньої індивідуальної маси поросят на 5,1 % достовірно ($p < 0,001$) відбулося лише у свиноматок з традиційною тривалістю підсисного періоду за другим опоросом. Тим-



Рис.5. Вікова динаміка кількості поросят за відлучення у гніздах свиноматок з різною тривалістю підсисного періоду, %.

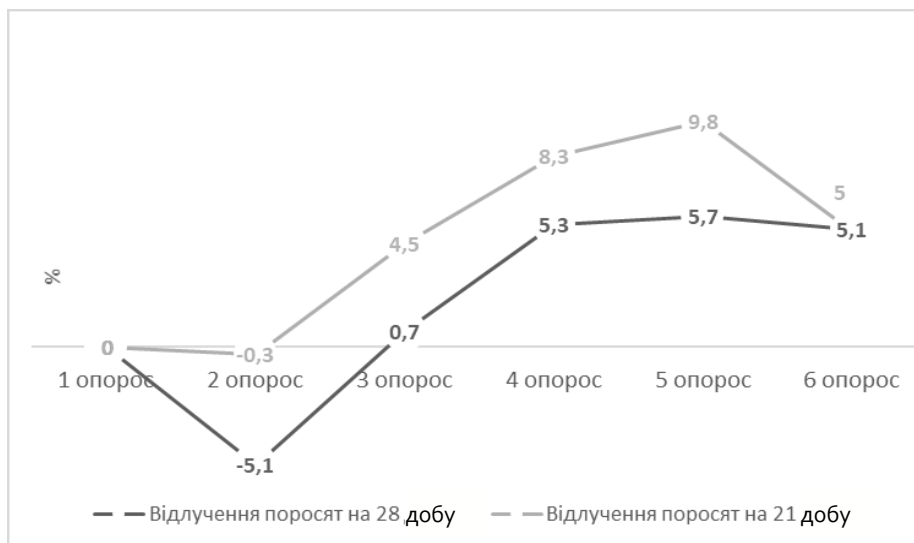


Рис.6. Вікова динаміка змін середньої маси одного поросяти за відлучення в гніздах свиноматок з різною тривалістю підсисного періоду, %.

часом за третім маса поросят була майже на рівні першого і, починаючи з четвертого, постійно достовірно ($p < 0,001$) збільшувалась на 5,3; 5,7 та 5,1 % відповідно за четвертий, п'ятий та шостий опороси порівняно з першим.

За скороченої тривалості підсисного періоду маса поросят за другого опоросу була майже на рівні першого, тимчасом починаючи з третього опоросу, вона збільшувалась відповідно на 4,5; 8,3; 9,8 та 5,1 % за третій, четвертий, п'ятий і шостий опороси порівняно з першим ($p < 0,01-0,001$).

Отже, починаючи з третього опоросу, відбувалося зростання середньої маси одного поросяти паралельно зі зростанням віку свиноматок. Спостерігали вищу динаміку збільшення індивідуальної середньої маси поросят за відлучення за скороченої тривалості лактації.

Маса гнізда поросят за відлучення є добуток кількості поросят у цей період та їх індивідуальної живої маси. За різного терміну відлучення поросят вона закономірно буде різною і не співставною. За даними рисунка 7, маса гнізда поросят за відлучення збільшувалась з підвищенням віку свиноматок до п'ятого опоросу, за винятком рівня цього показника в контрольній групі за другий опорос, який спричинено низькою індивідуальною масою поросят за відлучення в цей репродуктивний цикл у групі. Інтенсивнішим було зростання маси гнізда поросят зі зростанням віку свиноматок за скороченого терміну підсисного періоду. Так, за другим опоросом цей показник знаходився майже на рівні першого, тимчасом за третім достовірно ($p < 0,01$) на 3,2 %, четвертим – 3,4 % та за

п'ятим – на 4,1 % перевищували показник першого опоросу. Водночас за шостим опоросом спостерігали тенденцію зменшення маси гнізда поросят за такої тривалості підсисного періоду порівняно з першим опоросом. Менш мінливою порівняно з першим опоросом була маса гнізда поросят за відлучення у 28 діб. За третім опоросом вона перевищувала показник першого опоросу на 1,6 %. За четвертим та п'ятим опоросами спостерігали тенденцію незначного (0,6 та 0,4 %) підвищення маси гнізда поросят за відлучення порівняно зі значенням цього показника за першим опоросом. Тимчасом під час шостого опоросу зафіксовано достовірне ($p < 0,001$) зниження маси гнізда поросят за відлучення порівняно з першим опоросом.

Отже, вікові зміни маси гнізда поросят за відлучення суттєвіше залежали від індивідуальної маси поросят, ніж від їх кількості у гнізді на цей час. Збільшення маси гнізда поросят за відлучення встановлено за третього, четвертого та п'ятого опоросів, після чого спостерігали зниження цього показника за обох термінів відлучення поросят. За скороченої тривалості підсисного періоду спостерігали більш значне зростання маси гнізда поросят за 3–5 репродуктивними циклами.

Більш об'єктивною оцінкою відтворних якостей свиноматок є їх оцінка за комплексом найважливіших ознак методом індексів. За комплексом ознак, врахованих у селекційному індексі відтворних якостей свиноматок (СІВЯС), кращу динаміку їх збільшення спостерігали за скороченого терміну відлучення поросят від другого до шостого опоросів (рис. 8).



Рис.7. Вікова динаміка середньої маси гнізда поросят за відлучення у гніздах свиноматок з різною тривалістю підсисного періоду, %.

Вона становила 11,2–16,6 % порівняно з першим опоросом. Тимчасом за традиційної тривалості підсисного періоду значення зростання цього індексу були повільнішими: від 1,6 до 4,1 % за другий–п'ятий опороси, та зниження на 1,0 % за шостий опорос.

За даними оцінювання свиноматок за оціночним індексом з обмеженою кількістю ознак (рис. 9), встановлено незначне його зростання за другого–четвертого опоросів у свиноматок з традиційним терміном відлучення поросят. Після п'ятого опоросу цей індекс знижувався, і досяг під час шостого опоросу рівня на 3,1 % нижче показників першого опоросу.

Водночас у свиноматок дослідної групи цей індекс мав підвищення лише за другим опоросом, а починаючи з третього, він зменшувався нижче рівня першого опоросу і до шостого репродуктивного циклу мав майже рівну величину з тваринами контрольної групи.

Отже, комплексне оцінювання відтворних якостей свиноматок за допомогою різних індексів підтверджує результати попереднього аналізу про зростання продуктивності свиноматок упродовж другого–четвертого репродуктивних циклів, з поступовим її зниженням упродовж п'ятого–шостого опоросів як за традиційної, так і скороченої тривалості підсисного періоду.

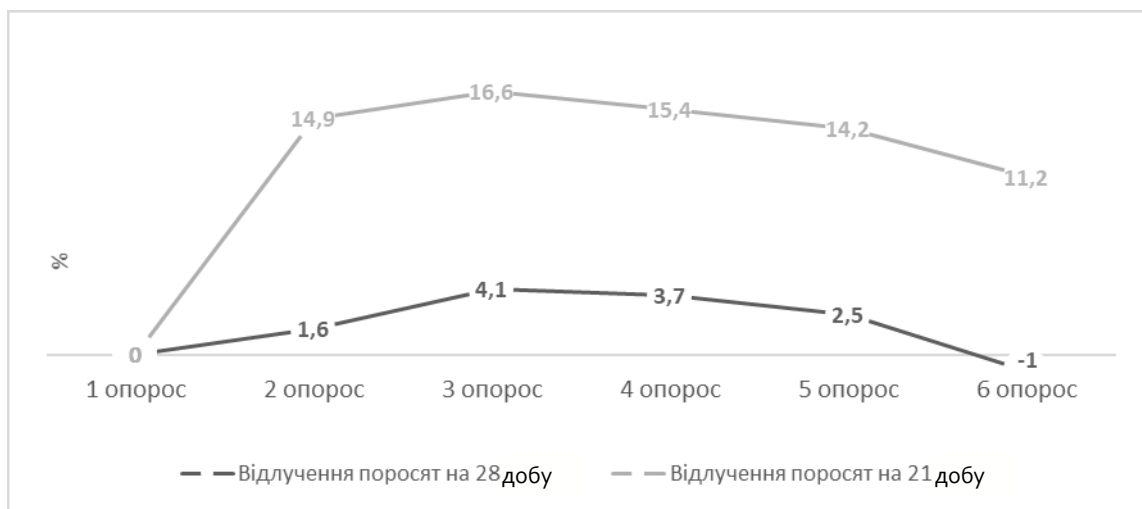


Рис. 8. Вікова динаміка селекційного індексу відтворних якостей свиноматок (СІВЯС) з різною тривалістю підсисного періоду, %.

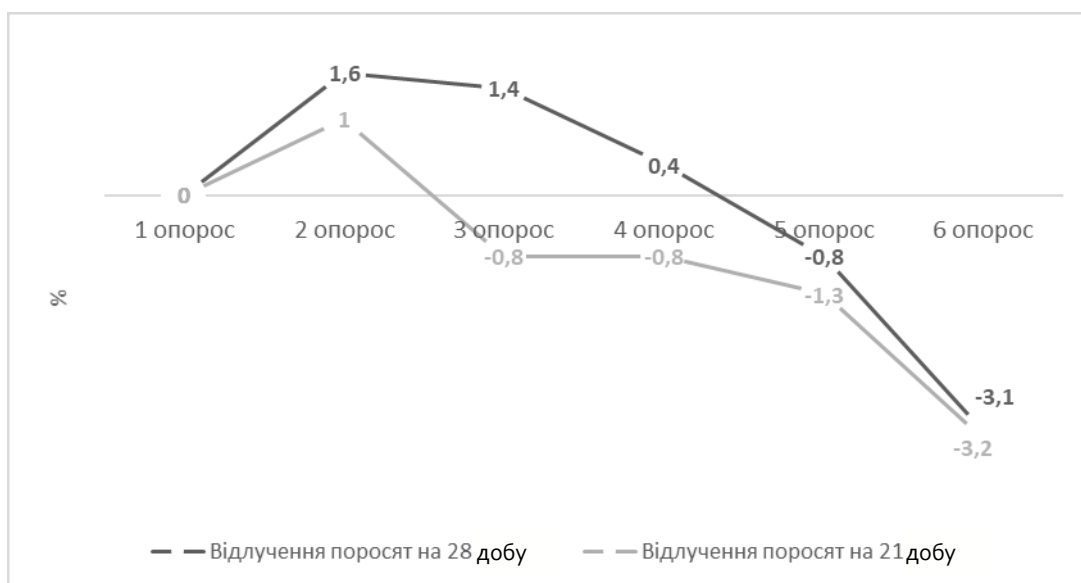


Рис. 9. Вікова динаміка індексу відтворних якостей свиноматок з обмеженою кількістю ознак за різної тривалості підсисного періоду, %.

Для визначення сили впливу віку свиноматок та тривалості їх підсисного періоду на основні показники відтворної здатності, було проведено двофакторний дисперсійний аналіз.

Під час аналізу впливу віку свиноматок та тривалості їх підсисного періоду на показник зміни багатоплідності встановлено, що вік свиноматки має статистично значущий вплив на цю ознаку продуктивності ($F_{\text{віку}} 7,05 > F_{\text{критичне}} 2,21$) і становить 1,65 % (рис.10). Вплив чинника тривалості підсисного періоду виявився статистично незначущим ($F_{\text{тривалість підсисного періоду}} 0,014 < F_{\text{критичне}} 3,84$) і сила його впливу становить лише 0,001 %. Взаємодія цих чинників також є достовірною ($F_{\text{взаємодія чинників}} 3,19 > F_{\text{критичне}} 2,21$), і знаходиться на рівні 0,75 %. Вплив інших чинників становить 97,59 %.

Водночас на збереженість поросят вплив віку свиноматок є достовірним ($F_{\text{віку}} 24,67 > F_{\text{критичне}} 2,21$) і становить 5,56 % (рис.11). На цей показник також достовірно впливає з силою 0,19 % тривалість підсисного періоду ($F_{\text{тривалість підсисного періоду}} 4,120 > F_{\text{критичне}} 3,84$). Взаємодія цих чинників є статистично значущою ($F_{\text{взаємодія чинників}} 3,02 > F_{\text{критичне}} 2,21$) на рівні 0,68 %. Невраховані чинники впливають на збереженість поросят з силою 93,57 %.

Вплив віку свиноматок на кількість поросят за відлучення знаходиться на рівні 9,43 % і є достовірним ($F_{\text{віку}} 43,69 > F_{\text{критичне}} 2,21$) (рис.12). Достовірною також є сила впливу на рівні 0,62 % ($F_{\text{тривалість підсисного періоду}} 14,38 > F_{\text{критичне}} 3,84$) тривалості підсисного періоду, тимчасом взаємодія цих чинників становить 0,33 %.

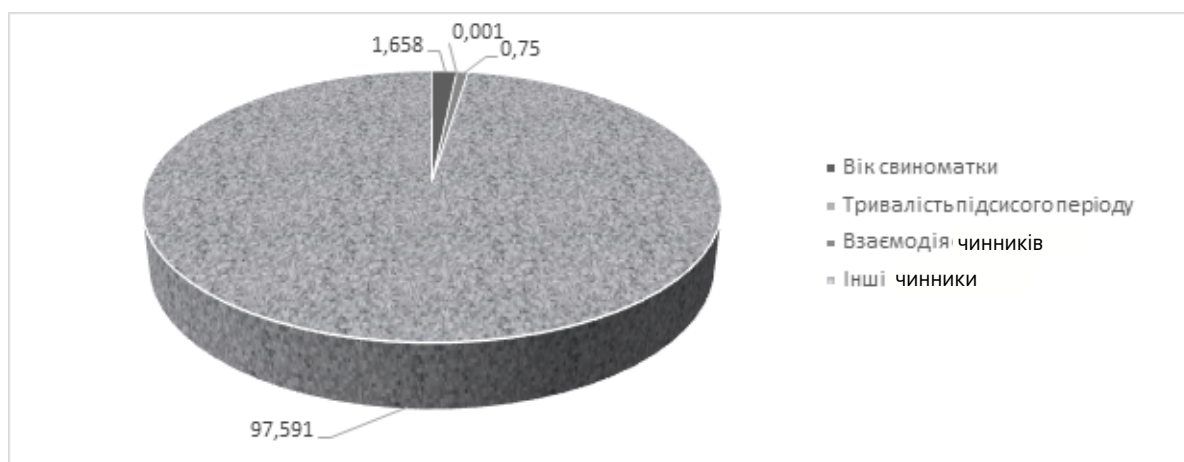


Рис. 10. Сила впливу чинників віку свиноматки і тривалості підсисного періоду на багатоплідність, %.

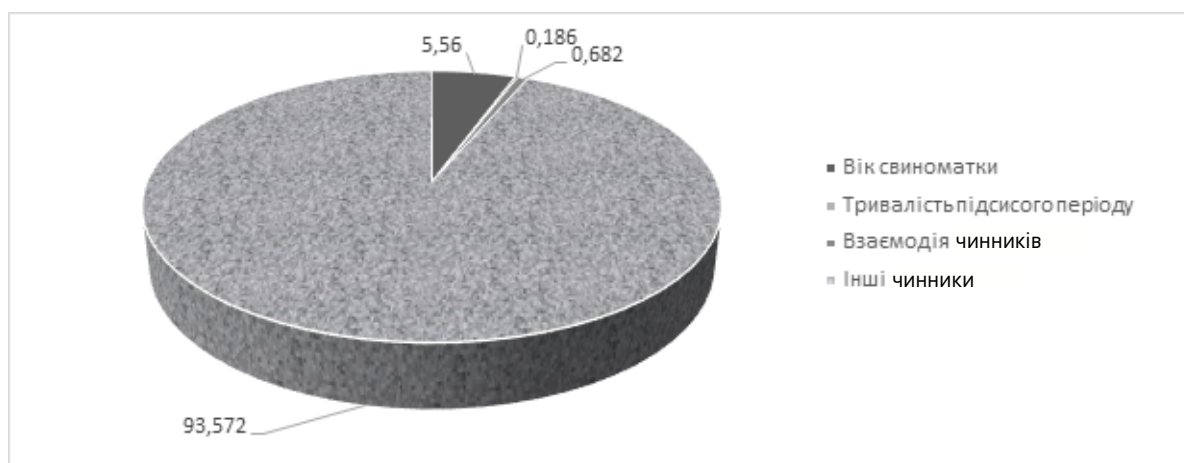


Рис. 11. Сила впливу чинників віку свиноматки і тривалості підсисного періоду на збереженість поросят до відлучення, %.

і є статистично незначущою ($F_{\text{взаємодія чинників}} = 1,51 < F_{\text{критичне}} = 2,21$). Невраховані чинники мають силу впливу 89,62 %.

Вплив віку свиноматки на масу гнізда під час відлучення є достовірним ($F_{\text{віку}} = 11,51 > F_{\text{критичне}} = 2,21$) і становить 1,87 % (рис. 13). Тривалість підсисного періоду має достовірну дію ($F_{\text{тривалість підсисного періоду}} = 874,294,25 > F_{\text{критичне}} = 3,84$) на 28,49 %, тимчасом вплив взаємодії чинників репродуктивного циклу свиноматок та тривалості їх підсисного періоду є статистично значущим ($F_{\text{взаємодія чинників}} = 12,02 > F_{\text{критичне}} = 2,21$) і знаходиться на рівні 1,96 %. Невраховані чинники мають силу впливу на масу гнізда поросят за відлучення на рівні 67,66 %.

Отже, чинник віку свиноматки визначає статистично значущий вплив на кількість по-

росят за відлучення (9,43 %), їх збереженість (5,56 %), масу гнізда поросят за відлучення (1,87 %) та багатоплідність (1,65 %). Тимчасом чинник тривалості підсисного періоду вплинув на масу гнізда поросят за відлучення з силою 28,49 %, кількість поросят за відлучення – 0,62 %, збереженість поросят до відлучення – на рівні 0,19 % і не впливав на багатоплідність свиноматок.

За результатами досліджень встановлено зростання основних показників відтворної продуктивності свиноматок упродовж другого–четвертого репродуктивних циклів з поступовим її зниженням упродовж п'ятого–шостого опоросів, як за традиційної, так і скороченої тривалості підсисного періоду. Це збігається з даними D. Knecht [23], Н.А. Піотрович [11],

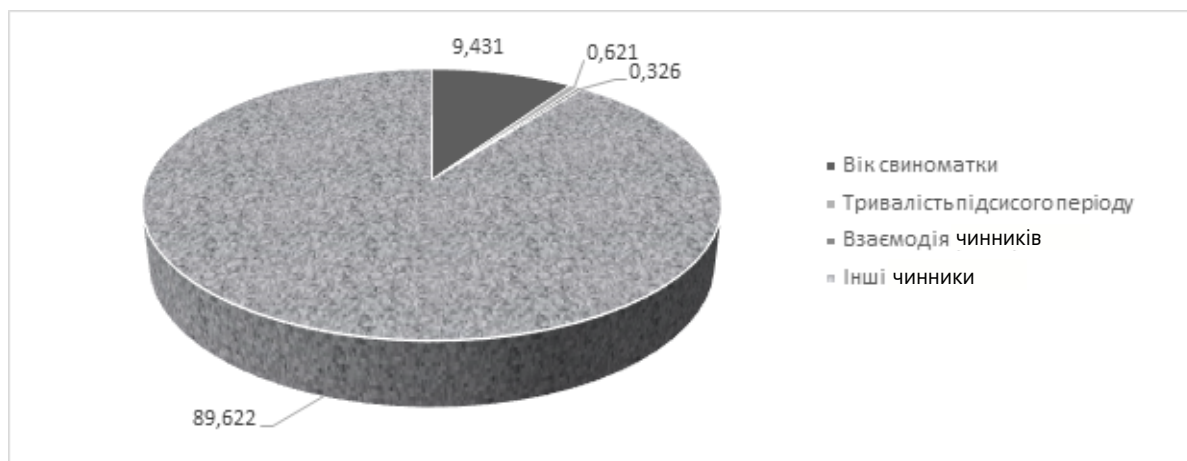


Рис. 12. Сила впливу чинників віку свиноматки і тривалості підсисного періоду на кількість поросят за відлучення, %.

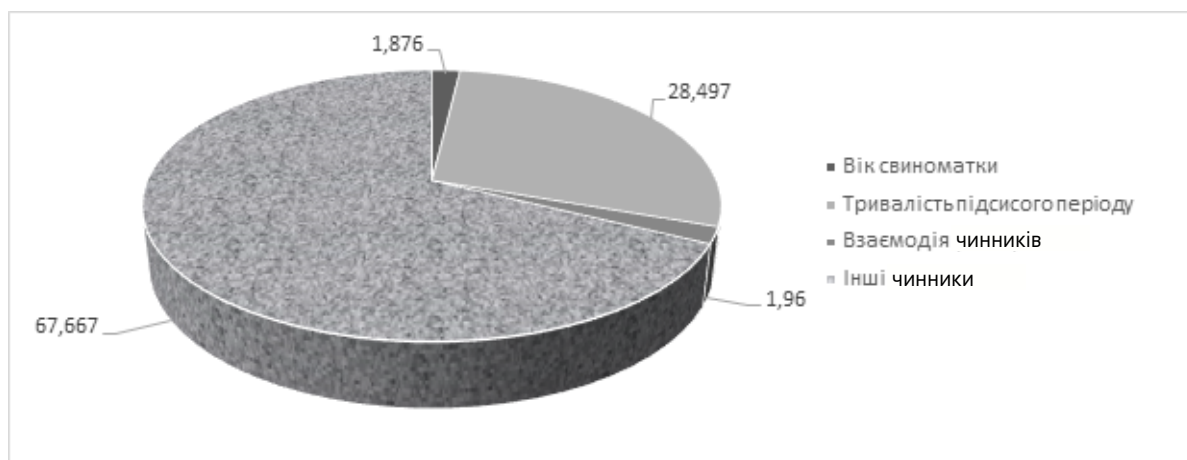


Рис. 13. Сила впливу чинників віку свиноматки і тривалості підсисного періоду на масу гнізда поросят за відлучення, %.

С.І. Лугового [9], які зазначають про підвищення продуктивності свиноматок з третього до п'ятого опоросів, однак суперечить висновкам О.В. Руковицана [16], який стверджує, що рівень відтворних якостей збільшується за кожного наступного репродуктивного циклу, включаючи восьмий.

У дослідженнях не знайшли підтвердження висновки D.L. Turpin, P. Langendijk, T.Y. Chen, J.R. Pluske [26] про те, що скорочення терміну лактації спричиняє зниження кількості поросят у гнізді в наступних опоросах. За результатами досліджень не встановлено суттєвих відмінностей за багатоплідністю та кількістю поросят за відлучення в гніздах з різною тривалістю підсисного періоду, що збігається з даними Є. В Творогової [18], яка стверджує, що зниження тривалості лактації з 30 до 17 діб не впливає на кількість поросят у гнізді за наступних лактацій.

Висновки. 1. Відтворні якості свиноматок більше залежали від їх віку, ніж від тривалості лактації, і підвищувались як за традиційної її тривалості, так і скороченої з другого до четвертого репродуктивних циклів, після чого повільно знижувались.

2. Найбільшу силу впливу на відтворні якості свиноматок мав чинник віку, який достовірно вплинув на кількість поросят за відлучення з силою 9,43 %, на їх збереженість – з силою 5,56 %. Тимчасом чинник тривалості підсисного періоду мав високу силу впливу на масу гнізда поросят за відлучення – 28,5 % та на кількість поросят за відлучення – 0,60 %. З меншою силою чинник віку свиноматок вплинув на масу гнізда поросят за відлучення – 1,88 % та багатоплідність – 1,70 %. Тимчасом чинник тривалості підсисного періоду незначно вплинув на збереженість поросят до відлучення – на рівні 0,19 % і зовсім не впливав на багатоплідність свиноматок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Немченко В. В. Продовольча безпека України. Збірник наукових праць ВНАУ. 2012. Т. 2. № 4. 70 с.
2. Грищенко Н. П. Розвиток свинарства в Україні. Тваринництво та технології харчових продуктів. 2017. № 271. С. 16–23.
3. Whiting T., Pasma T. Isolated weaning technology: humane benefits and concerns in the production of pork. The Canadian veterinary journal. 2008. 49. P. 293–301.
4. Свинарство: монографія/ В.М. Волошук та ін. К.: Аграрна наука, 2014. 587 с.
5. Энциклопедия воспроизводства/ И. Морару и др. К.: Рема-Принт, 2012. 225 с.
6. Повод М. Г., Корж О. В., Нестеров А. М. Вплив пори року на відтворні якості свиноматок данської селекції. Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. 2017. Вип. 5 (2). С. 111–113.

7. Черненко А. В. Вплив способу утримання свиноматок на продуктивні якості свиней різних генотипів: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.02.04. Херсон, 2008. 166 с.

8. Баньковська І. Б., Волошук В. М., Подобед Л. І., Смыслов, С. Ю. Модель оптимізації виробництва якісної свинини в сучасних умовах товарного свинарства. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2016. Вип. 250. С. 114–124.

9. Виноградський А. І. Раннє відлучення поросят. К.: Урожай, 1975. 64 с.

10. Turpin D.L., Langendijk P., Chen T.Y., Pluske J.R. Intermittent Suckling in Combination with an Older Weaning Age Improves Growth, Feed Intake and Aspects of Gastrointestinal Tract Carbohydrate Absorption in Pigs after Weaning. Animals (Basel). 2016. 6(11). Doi:https://doi.org/10.3390/ani6110066.

11. Leibbrandt V.D., Ewan J. R.C., Zimmerman D.R. Effect of weaning and age at weaning on baby pig performance. Anim. Sci. 1975. 40. P. 1077–1080.

12. Jarvis S. Effects of weaning age on the behavioural and neuroendocrine development of piglets. Applied Animal Behaviour Science. 2008. 1-2. P. 166–181.

13. Peet B. Is it time to re-assess your weaning age? Western Hog Journal. Sheffield: Benchmark House, February. 2003. URL:https://www.thepigsite.com/articles/807/is-it-time-to-reassess-your-weaning-age.

14. Геть А.А. Організація селекційного прогресу в сучасному свинарстві: монографія. Полтава: Полтавський літератор, 2009. 192 с.

15. Campbell J. M., Crenshaw J. D., Polo J. The biological stress of early weaned piglets. Journal of animal. 2008. 1-2. P. 166–181.

16. Кузьменко М. В. Ефективність відгодівлі молодняку свиней за різної початкової маси. Вісник аграрної науки. 2012. № 12. С. 77–78.

17. Повышение продуктивности маточного стада свиней/ Г.С. Походня и др. Белгород: Константа, 2013. 488 с.

18. Польовий Л. В., Поліщук Т. В., Кульчицька А. П. Формування м'ясної продуктивності та економічна ефективність виробництва свинини залежно від тривалості підсисного періоду. Аграрна наука та харчові технології. 2019. Вип. 4 (98). С. 180–188.

19. Эффективность выращивания поросят при различных сроках их отъема/ Г. С. Походня и др. Проблемы зооинженерии та ветеринарной медицины. 2017. Вып. 33. Ч. 1. С. 129–134.

20. Козина Е.А., Жемер Ю.А. Рост и сохранность поросят при разных сроках отъема. Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований. 2019. С. 18–21.

21. Нормированное кормление свиней/ П.П. Антоненко и др. Д.: Арт-Пресс, 2009. 360 с.

22. Творогова Е. В. Экономические предпосылки внедрения технологии сверххранного отъема поросят. Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я Яковлева. 2013. № 2 (78). С. 159–162.

23. Руковицан О.В. Вплив порядкового номеру опоросу на продуктивність свиноматок великої білої породи. Студентський науковий вісник МНАУ. 2018. С. 243–249.

24. Knecht D., Srodon S., Duzinski K. The impact of season, parity and breed on selected reproductive performance parameters of sows. *Arch. Anim. Breed.* 2015. 58. P. 49–56.

25. Піотрович Н.А. Формування відтворювальних якостей свиноматок та оцінка їх комбінаційної здатності: автореф. дис. Миколаїв, 2017. 14 с.

26. Луговой С. И., Лихач В. Я. Влияние возраста двухпородных свиноматок на их воспроизводительные качества. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць Білоцерк. національний аграр. ун-т. Біла церква, 2015. Вип. 1(116). С. 45–49.*

27. Березовский Н.Д., Почерняев Ф.К., Коротков В.А. Методика моделирования индексов для использования их в селекции свиней. Методы улучшения процессов селекции, разведения и воспроизводства свиней: методические указания. М., 1986. С. 3–14.

28. Церенюк О.М., Хватов А.І., Стрижак Т.А. Оцінка ефективності індексів материнської продуктивності свиней. Сучасні проблеми селекції, розведення та гігієни тварин. 36. наук. праць Вінницького НАУ. Вінниця. № 3(42). 2010. С. 73–77.

REFERENCES

1. Nemchenko, V.V. (2012). *Prodovol'cha bezpeka ukrai'ny* [Food security of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prac' VNAU* [Collection of scientific works of VNAU]. Vol. 2, no. 4, 70 p.

2. Gryshhenko, N.P. (2017). *Rozvytok svynarstva v Ukrai'ni* [Development of pig breeding in Ukraine]. *Tvarynnystvo ta tehnologii' harchovykh produktiv* [Livestock and food technology]. no. 271, pp. 16–23.

3. Whiting, T., Pasma, T., (2008). Isolated weaning technology: humane benefits and concerns in the production of pork. *The Canadian veterinary journal.* 49, pp. 293–301.

4. Voloshhuk, V.M., Rybalko, V.P., Berezovs'kyj, M.D. (2014). *Svynarstvo: monografija* [Pig breeding: monograph]. K.: Agrarian Science, 587 p.

5. Moraru, I., Fogl'majr, T., Grissler, A. (2012). *Jenciklopedija vosproizvodstva* [Encyclopedia of reproduction]. K.: Rema-Print, 225 p.

6. Povod, M.G., Korzh, O.V., Nesterov, A.M. (2017). *Vplyv pory roku na vidtvorni jakosti svynomatok dans'koi' selekcii'* [Influence of the season on the reproductive qualities of sows of Danish selection]. *Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu* [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. *Livestock.* Issue 5 (2), pp. 111–113.

7. Chernenko, A.V. (2008). *Vplyv sposobu utrymannja svynomatok na produktyvni jakosti svynej riznykh genotypiv: dis. ... kand. s.-g. nauk: 06.02.04.* [Influence of a way of the maintenance of sows on productive qualities of pigs of various genotypes: the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.02.04.]. Kherson, 166 p.

8. Ban'kovs'ka, I. B., Voloshhuk, V. M., Podobjed, L. I., Smyslov, S. Ju. (2016) *Model' optymizacii' vyrobnyctva jakisnoi' svynyny v suchasnykh umovah tovarnogo svynarstva* [Model of optimization of quality pork production in modern conditions of commercial pig breeding]. *Naukovyj visnyk Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrai'ny* [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]. *Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkci' tvarynnystva* [Technology of production and processing of livestock products]. Issue 250, pp. 114–124.

9. Vynograd's'kyj, A. I. (1975). *Rannje vidluchennja porosjat* [Early weaning of piglets]. K.: Urozhaj, 64 p.

10. Turpin, D.L., Langendijk, P., Chen, T.Y., Pluske, J.R. (2016). Intermittent Suckling in Combination with an Older Weaning Age Improves Growth, Feed Intake and Aspects of Gastrointestinal Tract Carbohydrate Absorption in Pigs after Weaning. *Animals* (Basel). 6(11). Available at: <https://doi.org/10.3390/ani6110066>.

11. Leibbrandt, V.D., Ewan, J. R.C., Zimmerman, D.R. (1975). Effect of weaning and age at weaning on baby pig performance. *Anim. Sci.* 40, pp. 1077–1080.

12. Jarvis, S. (2008). Effects of weaning age on the behavioural and neuroendocrine development of piglets. *Applied Animal Behaviour Science.* 1–2, pp. 166–181.

13. Peet, B., (2003). Is it time to re-assess your weaning age? *Western Hog Journal.* Sheffield: Benchmark House, February, 2003. Available at: <https://www.thepigsite.com/articles/807/is-it-timeto-reassess-your-weaning-age>.

14. Getja, A.A. (2009). *Organizacija selekcijnogo progresu v suchasnomu svynarstvi: monografija* [Organization of selection progress in modern pig breeding: monograph]. Poltava: Poltava writer, 192 p.

15. Campbell, J. M., Crenshaw, J. D., Polo, J. (2008). The biological stress of early weaned piglets. *Journal of animal.* 1-2, pp.166–181.

16. Kuz'menko, M.V. (2012). *Efektivnist' vidgodivli molodnjaku svynej za riznoi' pochatkovo' masy* [Efficiency of fattening of young pigs at different initial weight]. *Visnyk agrarnoi' nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. no. 12. pp. 77–78.

17. Pohodnja, G.S., Grishin, A.I., Strel'nikov, R.A., Fedorchuk, E.G., Shablovskij, V.V. (2013). *Povyshenie produktivnosti matochnogo stada svinej* [Increase of productivity of broodstock of pigs]. Belgorod: «Konstanta», 488 p.

18. Pol'ovyj, L.V., Polishhuk, T.V., Kul'chyc'ka, A.P. (2019). *Formuvannja m'jasnoi' produktyvnosti ta ekonomichna efektyvnist' vyrobnyctva svynyny zalezno vid tryvalosti pidsysnogo periodu* [Formation of meat productivity and economic efficiency of pork production depending on the duration of the suckling period]. *Agrarna nauka ta harchovi tehnologii* [Agricultural science and food technology]. Issue 4 (98), pp. 180–188.

19. Pohodnja, G.S., Kornienko, P.P., Malahova, T.A. Kreneva, T.V., Mamenko A.M. (2017). *Jeftektivnost' vyrashhivannja porosjat pri razlichnykh strokakh ih otjoma* [The efficiency of rearing piglets at different timing of their weaning]. *Problemi zooinzhenerij' ta veterinarno' medicini* [Problems of zooengineering and veterinary medicine]. Issue 33, Vol. 1, pp. 129–134.

20. Kozina, E.A., Zhemer, Ju. A. (2019). *Rost i sohrannost' porosjat pri raznykh strokakh otjoma* [Growth and safety of piglets at different weaning dates]. *Aktual'nye napravlenija fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij* [Actual directions of fundamental and applied research]. pp. 18–21.

21. Antonenko, P.P., Svezhicev, A.N., Masljak, D.N. (2009). *Normirovanoe kormlenie svinej* [Rationed feeding of pigs]. Art-Press, 360 p.

22. Tvorogova, E.V. (2013). *Jekonomicheskie predposylki vnedrenija tehnologii sverhhrannogo otjoma porosjat* [Economic prerequisites for the introduction of technology of superearly weaning of piglets]. *Vestnik*

Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I. Ja. Jakovleva [Bulletin of the Chuvash State Pedagogical University I. Ja. Jakovleva]. no. 2 (78), pp. 159–162.

23. Rukovycan, O.V. (2018). Vplyv porjadkovogo nomeru oporosu na produktyvnist' svynomatok velykoi' biloi' porody [Influence of farrowing serial number on productivity of sows of large white breed]. Students'kyj naukovyj visnyk MNAU [Student scientific bulletin of MNAU]. pp. 243–249.

24. Knecht, D., Srodon, S., Duzinski, K., (2015). The impact of season, parity and breed on selected reproductive performance parameters of sows. Arch. Anim. Breed. 58, pp. 49–56.

25. Piotrovych, N.A. (2017). Formuvannja vidtvorjuval'nyh jakostej svynomatok ta ocinka i'h kombinacijnoi' zdatsnosti: avtoref. dys. [Formation of reproductive qualities of sows and an estimation of their combination ability: the dissertation author's abstract]. Mykolaiv, 14 p.

26. Lugovij, S.I., Lihach, V.Ja. (2015). Vlijanie vozrasta dvuhporodnyh svinomatok na ih vosproizvoditel'nye kachestva [Influence of the age of two-breed sows on their reproductive qualities]. Tehnologija virobnictva i pererobki produkciï tvarinnictva: zb. nauk. prac' Bilocerk. nacional'nij agrar. un-t. Bila cerkva [Technology of production and processing of livestock products: a collection of scientific papers Bila Tserkva National Agrarian University]. Bila Tserkva, Issue 1(116), pp. 45–49.

27. Berezovskij, N.D., Pochernjaev, F.K., Korotkov, V.A. (1986). Metodika modelirovanija indeksov dlja ispol'zovanija ih v selekcii svinej [A technique for modeling indices for use in pig breeding]. Metody uluchshenija processov selekcii, razvedenija i vosproizvodstva svinej: metodicheskie ukazanija [Methods for improving the processes of selection, breeding and reproduction of pigs: guidelines]. M., pp. 3–14.

28. Tsereniuk, O.M. (2010). Otsinka efektyvnosti indeksiv materynskoj produktyvnosti svynei: zb. naukovykh prats Vinnytskoho NAU [Modern problems of breeding, breeding and hygiene of animals]. Suchasni problemy selektsii, rozvedennia ta hihieny tvaryn [Modern problems of selection, breeding and hygiene of animals: collection of scientific works of Vinnitsa NAU]. Vinnitsa, no. 3(42), pp. 73–77.

Возрастная динамика воспроизводимых качеств свиноматок в зависимости от продолжительности подсосного периода

Швачка Р. П., Повод Н.Г.

Исследовано влияние возраста свиноматок на их репродуктивные качества при традиционной (28 суток) и сокращенной (21 сутки) продолжительности подсосного периода. Установлено, что общее количество рожденных поросят росло, начиная со второго репродуктивного цикла и по шестой включительно. При традиционной продолжительности подсосного периода наиболее существенный рост наблюдался по третьему, четвертому и пятому опоросам (8,0–8,6 %), тогда как при сокращенной продолжительности подсосного периода он оказался существенно ниже (3,8–4,9 %) и продолжался с третьего по пятый репродуктивные циклы. С ростом репродуктивного возраста свиноматок увеличивалось их многоплодие. Самый высокий его рост при обоих сроках отъема

поросят приходился на третий опорос, после чего постепенно снижался. Свиноматки с сокращенной продолжительностью подсосного периода имели более низкий прирост многоплодия в течение всего репродуктивного цикла. Масса гнезда поросят при рождении возрастала до третьего опороса, после чего постепенно снижалась. При традиционной продолжительности подсосного периода интенсивность увеличения массы гнезда поросят при рождении с возрастом свиноматок выше по сравнению с аналогами, у которых был сокращен срок лактации. Сохранность поросят в гнездах свиноматок ухудшалась с увеличением их репродуктивного цикла. Менее интенсивно она ухудшалась у свиноматок с сокращенной продолжительностью подсосного периода. Количество поросят при отлучке зависело в большей степени от возраста свиноматок и в меньшей – от продолжительности подсосного периода. Начиная с третьего опороса, оно постоянно снижалось с увеличением возраста свиноматок независимо от продолжительности подсосного периода. Средняя масса одного поросенка увеличивалась с возрастом свиноматок, начиная с третьего опороса. Увеличение массы гнезда поросят при отлучке наиболее существенное при 3–5 опоросах, после чего наблюдалось снижение этого показателя при обоих сроках отъема поросят. Комплексная оценка воспроизводимых качеств свиноматок с помощью индексов подтверждает рост производительности свиноматок в течение второго–четвертого репродуктивных циклов с постепенным ее снижением в течение пятого–шестого опоросов как при традиционной, так и сокращенной продолжительности подсосного периода. Доказано, что фактор возраста свиноматки определяет вероятное влияние на количество поросят при отъеме (9,43 %), их сохранность (5,56 %), массу гнезда поросят при отлучке (1,87 %) и многоплодие (1,65 %). Тогда как фактор продолжительности подсосного периода повлиял на массу гнезда поросят при отлучке с силой 28,49 %, количество поросят при отъеме – 0,62 %, сохранность поросят – 0,19 % и не влиял на многоплодие свиноматок.

Ключевые слова: свиноматка, репродуктивный цикл, продолжительность лактации, многоплодие, сохранность, поросят.

Age dynamics of reproductive qualities of sows depending on the duration of the suckling period

Shvachka R., Povod M.

The article studied the influence of sows' age on their reproductive qualities at the traditional - 28 days and shortened - 21 days duration of the suckling period. It was found that the total number of piglets born increased from the second reproductive cycle to the sixth inclusive. With the traditional duration of the suckling period, the most significant growth was observed during the third, fourth and fifth farrowing (8.0-8.6%), while with a reduced duration of the suckling period, it was significantly lower (3.8-4.9%). and lasted from the third to the fifth reproductive cycle. As sows' reproductive age increased, their fertility increased. Its highest growth in both terms of weaning of piglets was on the third farrowing and then gradually decreased. Sows with a reduced suckling period had a lower increase in fertility throughout reproductive life. The nest weight of piglets at birth increased until the third farrowing and then gradually

decreased. With the traditional duration of the suckling period, the intensity of the increase in the nest weight of piglets born at the age of sows is higher compared to analogues in which the lactation period was reduced. Preservation of piglets in sows' nests deteriorated with increasing reproductive age. It worsened less intensely in sows with a reduced suckling period. The number of weaned piglets depended to a greater extent on the age of the sows and to a lesser extent on the length of the suckling period. From the third farrowing, it constantly decreases with increasing age of the sow, regardless of the length of the suckling period. The average weight of one piglet increases with the age of sows from the third farrowing, and its growth is more intense with a reduced duration of lactation. The increase in the weight of the nest of piglets at weaning is most significant for 3-5 farrowings, after which there was a decrease in this indicator for both

periods of weaning piglets. A comprehensive assessment of the reproductive quality of sows using indices confirms the increase in sow productivity during the second - fourth reproductive cycle with a gradual decrease during the fifth to sixth farrowing, both in the traditional and reduced duration of the suckling period. It is proved that the sow age factor determines the probable influence on the number of piglets at weaning (9.43 %), their safety (5.56 %), the weight of the nest of piglets at weaning (1.87 %) and fertility (1.65 %). While the suckling period factor affected the nest weight of piglets at weaning with a force of 28.49 %, the number of piglets at weaning with a force of 0.62 %, the safety of piglets before weaning at 0.19 % and did not affect the fertility of sows.

Key words: sow, reproductive cycle, duration of lactation, fertility, safety, piglet.



Copyright: Швачка Р.П., 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.



Швачка Р.П.
Повод М.Г.

ID <https://orcid.org/0000-0001-7185-4343>
ID <https://orcid.org/0000-0001-9272-9672>

УДК 636.4.082.26

Інтенсивність росту ремонтного молодняку свиней ірландського походження залежно від поєднання вихідних порід

Оглобля В.В.¹ , Повод М.Г.² 

¹ Полтавська державна аграрна академія

² Сумський національний аграрний університет

 Оглобля В.В. vika.ohloblia@gmail.com; Повод М.Г. nic.pov@ukr.net



Оглобля В.В., Повод М.Г. Інтенсивність росту ремонтного молодняку свиней ірландського походження залежно від поєднання вихідних порід. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 98–107.

Ogloblja V.V., Povod M.G. Intensyvnist' rostu remontnogo molodnjaku svynei irlands'kogo pohodzhennja zalezno vid pojednannja vyhidnyh porid. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnnytva», 2021. № 1. PP. 98–107.

Рукопис отримано: 22.04.2021 р.

Прийнято: 02.05.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-98-107

У статті вивчали динаміку росту чистопородних та помісних ремонтних свинок у період від народження до досягнення віку 180 діб. Досліджували також інтенсивність росту цих тварин у період вирощування та закономірності відмінностей в інтенсивності росту чистопородних і помісних свинок. Встановлено нерівномірну динаміку росту як чистопородних, так і помісних ремонтних свинок. Свинки, отримані від прямого та зворотного варіантів схрещування материнських порід, динамічніше росли порівняно з їх ровесницями, отриманими від чистопородного варіанта розведення вихідних порід. Серед чистопородних свинок до відлучення динамічніше збільшували свою живу масу тварини породи ландрас, тимчасом після відлучення більшою інтенсивністю підвищення живої маси вирізнялись тварини великої білої породи. Помісні свинки різних варіантів схрещування суттєво не різнились за збільшенням живої маси, хоч і простежувалась тенденція більшого підвищення живої маси з віком у свинок від маток великої білої породи і кнурів породи ландрас порівняно з реципрокним варіантом схрещування. У період вирощування ремонтних свинок найвищу інтенсивність росту мали помісні свиноматки як від прямого, так і зворотного варіантів схрещування тварин вихідних порід. Чистопородні тварини обох вихідних порід поступались за інтенсивністю росту в період племінного вирощування своїм помісним аналогам на 3,0–6,3 %. Серед чистопородних тварин найменш інтенсивно росли в період племінного вирощування свинки породи ландрас, які поступались за цим показником аналогам великої білої породи на 3,2 %, а помісним свинкам обох поєднань – 6,3 %. Переваги в живій масі помісних ремонтних свинок зумовлені їх більшою інтенсивністю росту в період від відлучення до тестування в 180 діб, що зі свого боку обумовлено різними формами прояву гетерозису.

Ключові слова: свинка, материнські породи, чистопородне розведення, схрещування, гетерозис, жива маса, інтенсивність росту.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У сучасних ринкових умовах виробництва свинини невід'ємною частиною виробничого процесу є його індустріалізація. За промислового виробництва свинини виробники змушені відшукувати нові резерви для покращення продуктивності тварин та підвищення ефективності процесу виробництва [1, 13, 19]. Водночас проводять постійну селекцію для підвищення продуктивних якостей свиней та покращення якості туш. В Україні для виробництва свинини використовують як вітчизняні, так і зарубіжні генотипи свиней [3, 4, 11, 12, 15]. За даними АСУ частка свиноматок вітчизняної селекції становить на 2020 рік 6,6 % від загальної кількості продуктивних свиноматок на промислових комплексах країни [27]. Найбільшу частку свиноматок в Україні, за інформативністю цього джерела, мають компанії, які розводять данську генетику – 40,0 %, на другому місці компанія РІС – 21,2 %, приблизно така сама частка свиноматок французької селекції. Водночас за використання як вітчизняних, так і зарубіжних генотипів свиней спеціалісти використовують сучасні форми їх розведення, які б максимально використовували біологічні особливості організму свині [2, 6, 7, 10, 22, 23]. У сучасному свиноводстві це здебільшого промис-

ловий метод селекції, який дає змогу отримувати високу продуктивність тварин. В Україні частка свиноматок вітчизняної селекції становить на 2020 рік 6,6 % від загальної кількості продуктивних свиноматок на промислових комплексах країни [27]. Найбільшу частку свиноматок в Україні, за інформативністю цього джерела, мають компанії, які розводять данську генетику – 40,0 %, на другому місці компанія РІС – 21,2 %, приблизно така сама частка свиноматок французької селекції. Водночас за використання як вітчизняних, так і зарубіжних генотипів свиней спеціалісти використовують сучасні форми їх розведення, які б максимально використовували біологічні особливості організму свині [2, 6, 7, 10, 22, 23]. У сучасному свиноводстві це здебільшого промис-

лове та перемінне схрещування і внутрішньовидова гібридизація. За визначенням А. Phelps [16] та G. Shull [17], внутрішньопородними гібридами у свинарстві прийнято вважати нащадків, одержаних від поєднання спеціально відселекціонованих кнурів і свиноматок як чистопородних, так і синтетичних, які перевірені на комбінаційну здатність. У багатьох публікаціях [1, 2, 5, 8, 10, 14, 20, 21, 24] наводять дані, що завдяки гібридизації можливе суттєве, на 5–22 %, підвищення продуктивності свиней. Сучасні генетичні компанії, як стверджує А. Геть [25], впроваджують роздільну селекцію як для материнських, так і батьківських ліній, де добір іде за індексами, які містять вагові коефіцієнти, розроблені для кожної лінії індивідуально. В Україні розробленням програм гібридизації та вивченням її ефективності планово займаються колективи науково-дослідних установ та окремі науковці [2, 6, 18]. Однак цей процес досить конкурентний і динамічний, що вимагає постійного його вдосконалення [1, 3, 11, 20, 23]. Як стверджують Н. Піотрович [3], В. Топіха [26], А. Федяєва [13], в Україну завдяки глобалізації ринку генетичного матеріалу у свинарстві завозять велику кількість тварин зарубіжного походження. У деяких господарствах на їх основі створюють нуклеусні стада, а також ведуть постійний ремонт стада через нуклеусів зарубіжних компаній [6, 11, 13, 18]. Однак в обох випадках необхідний постійний контроль на поєднувальну здатність материнських та батьківських форм. Через велику частку заміни основного стада свиноматок важливим процесом є вирощування ремонтних свинок.

Мета дослідження – вивчення росту ремонтних свинок ірландського походження за різних поєднань основних материнських порід великої білої і ландрас та механізмів динаміки змін живої маси й інтенсивності росту за періодами їх вирощування.

Матеріал і методи дослідження. Для проведення досліджень інтенсивності росту свинок ірландського походження в умовах племінного репродуктора ТОВ «НВП «Глобинський

свинокомплекс» залежно від поєднання вихідних порід після відлучення поросят від свиноматок було сформовано чотири групи свинок в кількості 80 голів кожна відповідно до схеми, наведеної в таблиці 1, і пробірковано вушними бирками відповідно до породної належності.

Під час дорощування усіх свинок утримували групами по 80 голів у кожній, у станках площею 27,5 м², на частково щільній підлозі, частка якої становила 70 %. Годівлю поросят у цей період здійснювали повнораціонними комбікормами виробництва власного комбікормового заводу згідно зі схемою прийнятою у господарстві: з 7- до 41-ї доби – престартерними комбікормами, з поступовим переходом з 42- до 46-ї доби на годівлю стартерними, і з 72- до 77-ї доби – на годівлю гроверними комбікормами.

Напування проводили за допомогою 6 соскових автонапувалок. Вентиляцію здійснювали припливно-витяжною системою рівномірного тиску. Видалення гною приводили з використанням вакуумно-самопливної системи періодичної дії. У досліді використовували сухий тип годівлі зі зволоженням корму в годівницях. Фронт годівлі з розрахунку 2,5 см на голову.

Після завершення дорощування було проведено індивідуальне зважування всіх нормально розвинених свинок, яким на протилежному вусі було поставлено додаткову бирку відповідно до породної належності. Усіх свинок було згруповано по 20 голів і поставлено на вирощування в станки на частково щільній бетонній підлозі з розрахунку 0,75 м² на голову. Годівлю підсвинків у цей період здійснювали повнораціонними комбікормами власного виробництва згідно зі схемою, прийнятою у господарстві: з 77- до 120-ї доби – гроверними комбікормами з поступовим переведенням на 120-у добу на годівлю комбікормами для ремонтних свинок. Напування проводили за допомогою 2 соскових автонапувалок. Вентиляцію здійснювали за допомогою припливно-витяжної системи рівномірного тиску. Видалення гною проводили вакуумно-самопливною

Таблиця 1 – Схема дослід з вивчення інтенсивності росту ремонтних свинок залежно від поєднання вихідних порід

Група	Призначення групи	Породні поєднання свинок		Кількість свинок у групі, голів		
		мати	батько	на дорощуванні	на вирощуванні	на тестуванні
I	контрольна	ВБ ₁	ВБ ₁	80	60	60
II	дослідна	Л ₁	Л ₁	80	60	60
III	дослідна	ВБ ₁	Л ₁	80	60	60
IV	дослідна	Л ₁	ВБ ₁	80	60	60

Примітка: ВБ₁ – велика біла порода свиней ірландського походження; Л₁ – ландрас порода свиней ірландського походження.

системою періодичної дії. Тип годівлі – сухий зі зволоженням у годівницях, з розрахунку 5,0 см фронту годівлі на голову.

За досягнення маси приблизно 100 кг усіх свинок, які не були вибракувані із стада, знову індивідуально зважували і за загальноприйнятими методиками розраховували за кожен з періодів вирощування абсолютні, середньодобові та відносні прирости. На їх основі було розраховано та визначено індекси гетерозису за формулами, запропонованими В.Т. Горінім, І.М. Нікітченком [9], удосконалених О.М. Церенюком [5.]:

$$Гс = \left(\frac{Ог}{Ок} \times 100 \right) - 100,$$

де Гс – справжній гетерозис;

Ог – ознака гібрида;

Ок – ознака кращої батьківської форми;

$$Гг = \left(\frac{2 \times Ог}{Об + Ом} \times 100 \right) - 100,$$

де Гг – гіпотетичний гетерозис;

Ог – ознака гібрида;

Об – ознака батьківської форми;

Ом – ознака материнської форми;

$$Гз = \left(\frac{Ог}{Ом} \times 100 \right) - 100,$$

де Гз – загальний гетерозис;

Ог – ознака гібрида;

Ом – ознака материнської форми;

$$Гсф = \left(\frac{Ог}{Об} \times 100 \right) - 100,$$

де Гсф – специфічний гетерозис;

Ог – ознака гібрида;

Об – ознака батьківської форми.

Биометричне оброблення даних проводили методом варіаційної статистики за Плохінським з використанням персонального комп'ютера, а також за допомогою пакетів прикладного програмного забезпечення MS OFFICE 2010 та STATISTICA v.10.0.

Результати дослідження та обговорення.
За порівняння динаміки росту свинок за різних

поєднань материнських порід встановлено нерівномірний ріст чистопородних та помісних свинок. За даними таблиці 2 до відлучення свинок від чистопородних варіантів поєднання основних материнських порід поступались за масою під час відлучення своїм помісним ровесницям на 0,1–0,4 кг ($p < 0,05$). Водночас серед чистопородних своїх ровесниць за відлучення спостерігали тенденцію підвищення їх маси у породи ландрас, які на 0,2 кг були важчими порівняно з ровесницями великої білої породи.

Після завершення періоду дорощування також простежували тенденцію підвищення на 0,03–1,7 кг індивідуальної маси свинок від обох варіантів схрещування порівняно з чистопородними вихідними породами. Тимчасом у цей період вищою на 1,1 кг ($p < 0,05$) виявилась маса чистопородних свинок великої білої породи порівняно з аналогами породи ландрас.

Перевага за масою помісних ремонтних свинок порівняно з чистопородними збільшилась після завершення періоду оцінювання за інтенсивністю росту. Так, у віці 180 діб найменшою масою вирізнялися чистопородні свинки породи ландрас, які достовірно ($p < 0,001$) поступались за масою в 180 діб ровесницям великої білої породи на 3,5 кг, помісним аналогам від матерів великої білої породи та кнурів породи ландрас ірландського походження – 8,0 кг ($p < 0,001$) та ровесницям від реципрокного варіанта схрещування – на 7,8 кг ($p < 0,01$). Водночас помісні свинки ♀ВБ × ♂Л мали вищу на 4,5 кг, а їх аналоги від зворотного схрещування – на 4,3 кг масу в 180 діб порівняно з чистопородними тваринами великої білої породи.

Отже, у період від народження до досягнення віку 180 діб спостерігали нерівномірну динаміку росту як чистопородних, так і помісних ремонтних свинок. Свинки, отримані від прямого та зворотного варіантів схрещування материнських порід, динамічніше росли порівняно з їх ровесницями, отриманими від чистопородного варіанта розведення вихідних порід. Серед останніх до відлучення динамічніше збільшували свою живу масу тварини породи ландрас, тимчасом після відлучення більшою

Таблиця 2 – Жива маса ремонтних свинок ірландського походження залежно від поєднання вихідних порід

Група	Породне поєднання	Маса свинок, кг у віці, діб			
		1	28	77	180
I	♀ВБ × ♂ВБ	1,3±0,02	7,8±0,13	32,6±0,32	116,5±0,66
II	♀Л × ♂Л	1,3±0,03	8,0±0,11	31,5±0,30*	113,0±0,58***
III	♀ВБ × ♂Л	1,3±0,02	8,2±0,13*	33,2±0,39	121,0±0,67***
IV	♀Л × ♂ВБ	1,3±0,02	8,1±0,11	32,9±0,37	120,8±0,77**

інтенсивністю підвищення живої маси вирізнялися тварини великої білої породи.

Помісні свинки суттєво не різнилися за збільшенням живої маси залежно від варіанта схрещування, хоч і простежувалась тенденція більшого підвищення живої маси з віком у свинок від маток великої білої породи і кнурів породи ландрас порівняно з реципрокним варіантом схрещування.

Основне завдання материнських порід – отримання великих та важких гнізд поросят до відлучення. Однак відгодівельна тварина отримує частину спадковості від матері, яка також впливає на її інтенсивність росту і унаслідок – на ефективність відгодівлі. Було вивчено інтенсивність росту свинок основних материнських порід, яких розводять у господарстві, за їх чистопородного розведення та прямого і зворотного схрещувань.

За даними рисунка 1 до відлучення найнижчим абсолютним приростом вирізнялися свинки контрольної групи, які на 3,3 %, або 0,21 кг поступалися за цим показником аналогам породи ландрас та на 5,3–6,4 % – своїм помісним ровесницям від прямого та зворотного схрещувань тварин цих порід. За період дорощування найвищим абсолютним приростом відзначилися помісні свинки від матерів великої білої породи та кнурів породи ландрас – 25,01 кг, тимчасом за реципрокного варіанта схрещування абсолютний приріст під час дорощування був нижчим на 1,0 %, а за чистопородного варіанта розведення тварин породи ландрас – на 3,9 та 1,0 % порівняно зі свинками контрольної групи.

Найвищим абсолютний приріст у свинок всіх груп виявився під час їх вирощування до віку 180 діб. За цей період життя найвищим абсолютним приростом вирізнялися помісні тварини як від прямого, так і зворотного варіантів схрещування, які не мали суттєвих розбіжностей в розрізі варіантів поєднання порід, однак суттєво (на 4,8–7,9 %) переважали за цією ознакою чистопородних свинок вихідних порід. Серед останніх найнижчим абсолютним приростом в період вирощування вирізнялися чистопородні свинки породи ландрас, які поступалися своїм ровесницям великої білої породи на 3,0 % а помісним свинкам – на 7,8–7,9 %.

Найкраще характеризує швидкість росту тварини середньодобовий приріст. За даними рисунка 2 за період вирощування середньодобові прирости набували різних значень як у чистопородних, так і помісних свинок. У підсисний період вирощування найнижчою швидкістю росту вирізнялися свинки контрольної групи, які мали середньодобові прирости на 7,5 г нижче проти аналогів породи ландрас та на 12,1–14,6 г – помісних свинок від прямого та реципрокного схрещувань тварин порід ландрас та велика біла.

У період дорощування найнижчою швидкістю росту вирізнялися чистопородні свинки другої групи, які на 26,7 г поступалися за цією ознакою чистопородним аналогам великої білої породи і на 25,5–30,4 г – помісним свинкам третьої та четвертої груп. Водночас за період дорощування помісні свинки мали середньодобові прирости на рівні своїх аналогів контрольної групи.

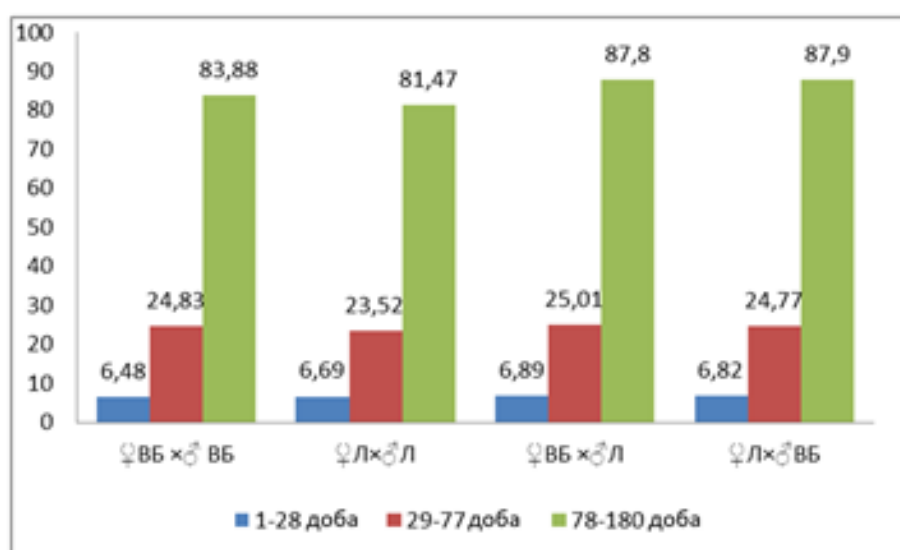


Рис. 1. Абсолютні прирости свинок материнських генотипів ірландського походження в період їх вирощування, кг.

За період племінного вирощування помісні свинки мали суттєві переваги за швидкістю росту порівняно з чистопородними їх аналогами (рис. 2). Так, помісні тварини приростали під час племінного вирощування щодоби на 33,1–62,4 г більше порівняно з їх чистопородними аналогами.

Як і в період дорощування, найнижчу інтенсивність росту в період племінного вирощування мали чистопородні свинки породи ландрас, які на 23,4 г мали менші середньодобові прирости порівняно зі своїми ровесниками від чистопородного розведення великої білої породи, та на 61,5–64,2 г – з помісними тваринами за прямого та зворотного схрещувань вихідних порід.

За весь період від народження до шести-місячного віку також встановлено нерівномірну швидкість росту свинок, яка залежала від породних поєднань батьківських форм. Так, найнижчі середньодобові прирости за цей період життя мали чистопородні тварини породи ландрас, які поступались на 20,0 г за цим показником своїм чистопородним ровесникам великої білої породи та 33,0 г – помісям від обох варіантів поєднання вихідних порід.

За даними рисунка 3 тварини всіх дослідних груп мали неоднаковий відносний приріст у підсисний період і на дорощуванні, тимчасом у період вирощування цей приріст вирівнявся у свиноматок усіх дослідних груп.

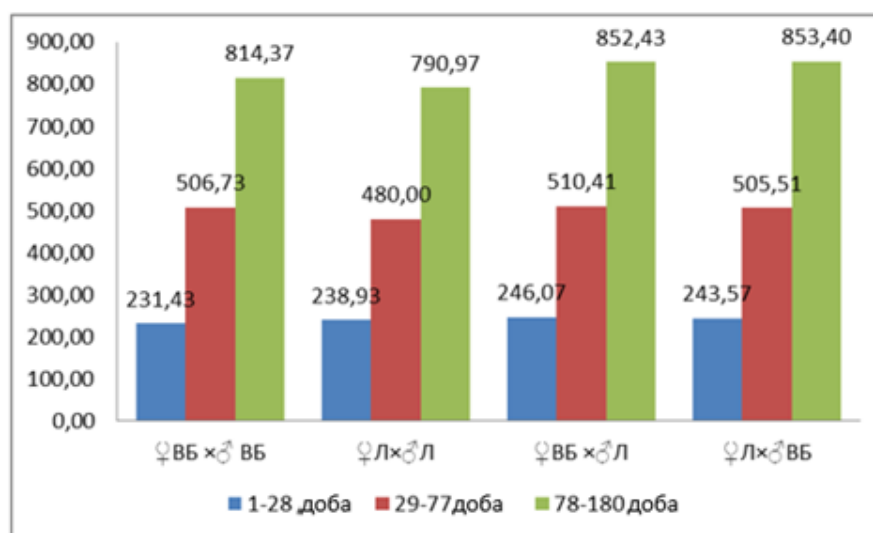


Рис. 2. Середньодобові прирости свинок материнських генотипів ірландського походження в період їх вирощування

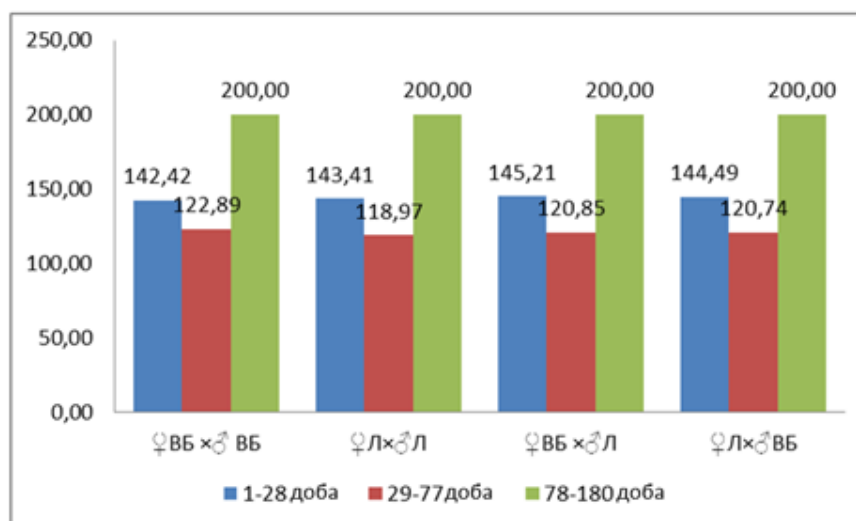


Рис. 3. Відносні прирости свинок материнських генотипів ірландського походження в період їх вирощування.

Найнижчий відносний приріст у підсисний період мали свинки першої групи, а в період дорощування – другої. Помісні свинки третьої та четвертої груп мали відносний приріст у підсисний період вище чистопородних аналогів, тимчасом у період дорощування їх відносні прирости виявились вищими порівняно з ровесницями породи ландрас, однак нижчими проти аналогів великої білої породи. У період вирощування відносні прирости у свинок усіх дослідних груп були рівними.

Отже, у період вирощування ремонтних свинок найвищу інтенсивність росту мали помісні свиноматки як від прямого, так і зворотного варіантів схрещування тварин вихідних порід. Чистопородні тварини обох вихідних порід поступались за інтенсивністю росту в період племінного вирощування своїм поміс-

ним аналогам на 3,0–6,3 %. Серед чистопородних тварин найменш інтенсивно росли в період племінного вирощування свинки породи ландрас, які поступались за цим показником аналогам великої білої породи на 3,2 %, а помісним свинкам обох поєднань – 6,3 %.

Для повнішого пояснення нерівномірності росту чистопородних і помісних свинок було розраховано показники гетерозису показників росту свинок як за прямого, так і зворотного схрещувань основних материнських порід. За різними ознаками, які характеризують інтенсивність росту ремонтних свинок, його ефект був неоднаковим. Так, за масою свинок під час народження (табл. 3) спостерігався негативний гетерозис у всіх його формах як за прямого, так і зворотного варіантів схрещування вихідних материнських порід.

Таблиця 3 – Ефект гетерозису за інтенсивністю росту ремонтних свинок ірландського походження під час їх вирощування, %

Поєднання	Показник	Вид гетерозису			
		гіпотетичний	загальний	справжній	специфічний
За живою масою свинок під час народження					
♀ВБ × ♂ВБ	1,31	-	-	-	-
♀Л × ♂Л	1,32	-	-	-	-
♀ВБ × ♂Л	1,30	-1,14	-0,76	-1,52	-1,52
(♀Л × ♂ВБ	1,31	-0,38	-0,76	-0,76	0,00
За живою масою свинок під час постановки на дорощування					
♀ВБ × ♂ВБ	7,79	-	-	-	-
♀Л × ♂Л	8,01	-	-	-	-
♀ВБ × ♂Л	8,19	3,67	5,13	2,25	2,25
(♀Л × ♂ВБ	8,13	2,91	1,50	1,50	4,36
За живою масою свинок під час постановки на вирощування					
♀ВБ × ♂ВБ	32,62	-	-	-	-
♀Л × ♂Л	31,53	-	-	-	-
♀ВБ × ♂Л	33,20	3,51	1,78	1,02	5,30
(♀Л × ♂ВБ	32,90	2,57	4,35	1,01	0,86
За живою масою свинок під час зняття з вирощування					
♀ВБ × ♂ВБ	116,50	-	-	-	-
♀Л × ♂Л	113,00	-	-	-	-
♀ВБ × ♂Л	121,00	5,45	3,86	3,86	7,08
(♀Л × ♂ВБ	120,80	5,27	6,90	3,69	3,69
За середньодобовими приростами свинок у підсисний період					
♀ВБ × ♂ВБ	231,43	-	-	-	-
♀Л × ♂Л	238,93	-	-	-	-
♀ВБ × ♂Л	246,07	4,63	6,33	2,99	2,99
(♀Л × ♂ВБ	243,57	3,57	1,94	1,94	5,25
За середньодобовими приростами свинок на дорощуванні					
♀ВБ × ♂ВБ	506,73	-	-	-	-
♀Л × ♂Л	480,00	-	-	-	-
♀ВБ × ♂Л	510,41	6,20	4,67	0,73	6,34
(♀Л × ♂ВБ	505,51	6,32	7,89	-0,24	-0,24
За середньодобовими приростами свинок на вирощуванні					
♀ВБ × ♂ВБ	814,37	-	-	-	-
♀Л × ♂Л	790,97	-	-	-	-
♀ВБ × ♂Л	852,43	6,20	4,67	4,67	7,77
(♀Л × ♂ВБ	853,40	6,32	7,89	4,79	4,79

За масою свинок під час постановки на дорошування встановлено ефект гетерозису як за прямого, так і зворотного схрещувань тварин великої білої та ландрас порід ірландського походження. Так, за поєднання маток великої білої породи та кнурів породи ландрас найвищим виявився за цією ознакою показник загального гетерозису – 5,13 %, тимчасом справжній та загальний гетерозис проявились на рівні 2,25 %. Дещо вищим – на 1,42 % – виявився гіпотетичний гетерозис.

За зворотного варіанта поєднання свиней цих порід ефект гібридної сили був суттєво нижчим. Так, загальний та справжній гетерозис за масою свинок під час постановки на дорошування в цьому поєднанні становив 1,50 %. Водночас специфічний гетерозис становив 4,36 %, а гіпотетичний – 2,91 %.

За живою масою свинок під час постановки на вирощування за прямого схрещування тварин ($\text{♀ВБ} \times \text{♂Л}$) спостерігався найвищий прояв специфічного (5,30 %) та гіпотетичного (3,51 %) гетерозису. Нижчим за такого варіанта схрещування встановлено загальний (1,78 %) та справжній (1,02 %) гетерозис. Водночас за поєднання маток породи ландрас із кнурами великої білої породи встановлено найвищий ефект загального гетерозису – 4,35 %, тимчасом гіпотетичний гетерозис становив у цьому поєднанні порід за масою свинок під час постановки на вирощування 2,57 %. Водночас справжній та специфічний гетерозис за цим показником становили відповідно 1,01 та 0,86 %.

За живою масою свинок за тестування у 180 діб ефект гетерозису був вищим як за прямого, так і зворотного схрещувань. За прямого варіанта поєднання вихідних порід найвищим значенням характеризувався загальний гетерозис – 7,08 %, тимчасом гіпотетичний – 5,45 %, а справжній та специфічний становили 3,86 %.

За реципрокного варіанта схрещування цих самих порід найвищим за живої маси свинок під час тестування у 180 діб був загальний гетерозис, який становив 6,90 %, тимчасом прояв гіпотетичного гетерозису виявився на рівні 5,27 %, а справжнього і специфічного – лише 3,86 %.

Досягнення певної живої маси зумовлене швидкістю росту свинок у певні періоди онтогенезу. Так, у дослідженнях у підсисний період життя помісні свинки як за прямого, так і зворотного схрещувань мали вищу енергію росту, яка спричинена різними варіантами прояву гібридної сили на цю ознаку. Так, за прямого варіанта схрещування тварин ($\text{♀ВБ} \times \text{♂Л}$) найвищим виявився загальний гетерозис – 6,33 %, тимчасом гіпотетичний –

на рівні 4,63 %, а справжній та специфічний – 2,99 %. За зворотного варіанта поєднання цих материнських порід ефект гетерозису в різних його формах виявився нижчим. Так, гіпотетичний гетерозис за цього поєднання становив 3,57 %, тимчасом загальний і справжній – на рівні 1,94 %. Вищим, ніж за прямого схрещування, виявився лише специфічний гетерозис – 5,25 %.

За середньодобовими приростами свинок на дорошуванні вищими значеннями за прямого варіанта схрещування вирізнялись показники гіпотетичного та специфічного гетерозису – 6,20 та 6,34 %. Тимчасом загальний гетерозис становив 4,67 %, а справжній – 0,73 %.

За зворотного варіанта поєднання вихідних порід перевага помісей над чистопородними свинками обумовлена проявом гіпотетичного та загального гетерозису, значення яких відповідно становили 6,32 та 7,89 %. Водночас справжній та специфічний гетерозис за цього варіанта поєднання порід мали негативні значення – 0,24 %.

Тривалість періоду племінного вирощування становить більше половини всього періоду вирощування ремонтних свинок, тому важливим є знання природи змін швидкості росту в цей період. За даними таблиці 3 як за прямого, так і зворотного варіантів схрещування пришвидшення інтенсивності росту в цей період онтогенезу свинок відбулось завдяки прояву ефекту гібридної сили. Так, за прямого варіанта поєднання вихідних порід найвище значення в підвищенні енергії росту в цей період відбулося завдяки прояву специфічного гетерозису – 7,77 %, тимчасом гіпотетичний гетерозис становив 6,20 %, а загальний і справжній знаходилися на рівні 4,67 %. За зворотного схрещування також були істотні переваги помісних тварин над чистопородними варіантами розведення, що також зумовлено гетерозисним ефектом. Найвищим за цього варіанта поєднання порід виявився загальний гетерозис, величина якого становила 7,89 %, тимчасом гіпотетичний гетерозис дорівнював 6,32 %, а справжній і специфічний – 4,79 %.

Отже, переваги за живою масою помісних ремонтних свинок зумовлені їх більшою інтенсивністю росту в період від відлучення до тестування у 180 діб, що зі свого боку обумовлено проявом різних форм гетерозису.

Висновки. У період вирощування ремонтних свинок від народження до віку 180 діб спостерігалася нерівномірна динаміка росту як чистопородних, так і помісних ремонтних свинок. Помісні свинки материнських порід динамічніше росли порівняно з їх чистопород-

ними ровесниками. До відлучення динамічніше збільшували свою живу масу чистопородні тварини породи ландрас, тимчасом після відлучення більшою інтенсивністю підвищення живої маси вирізнялись тварини великої білої породи. Помісні свинки різних варіантів схрещування суттєво не різнилися за збільшенням живої маси.

У період вирощування ремонтних свинок найвищу інтенсивність росту мали помісні свиноматки як від прямого, так і зворотного варіантів схрещування. Чистопородні тварини обох вихідних порід поступались за інтенсивністю росту в період племінного вирощування своїм помісним аналогам. Найменш інтенсивно росли в період племінного вирощування свинки породи ландрас, які поступались за цим показником аналогам великої білої породи на 3,2 %, а помісним свинкам обох поєднань – 6,3 %.

Переваги в живій масі помісних ремонтних свинок зумовлені їх більшою інтенсивністю росту в період від відлучення до тестування у 180 діб, що зі свого боку обумовлено проявом різних форм гетерозису.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лісний В.А. Підвищення ефективності гетерозисної селекції в свинарстві шляхом оцінки комбінаційної здатності порід та типів свиней. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2002. Вип. 3 (17). С. 58–67.
2. Ващенко П.А. Комбінаційна здатність заводських ліній свиней великої білої породи. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2009. № 3. С. 71–73.
3. Піотрович Н.А. Формування відтворювальних якостей свиноматок та оцінка їх комбінаційної здатності: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.02.01. Миколаїв, 2017. 19 с.
4. Храмова О.М. Відтворювальні якості свиноматок за різних поєднань порід і типів. Theoretical and Applied Veterinary Medicine. 2019. 7(2). С. 115–119. Doi:https://doi.org/10.32819/2019.71021
5. Церенюк О.М. Методологія визначення ефекту гетерозису в свинарстві. Науково-технічний бюллетень. 2018. Вип. 119. С. 173–184.
6. Церенюк О.М. Об'єктивна оцінка материнської продуктивності свиней. Таврійський науковий вісник. 2010. Вип. 78. Ч. 2(1). С. 221–227.
7. Шейко Р.И. Приемы и методы в селекции свиней, обеспечивающие высокий эффект гетерозиса в системах гибридизации: монография. Жодино, 2012. Выпуск 263. С. 4–23.
8. Knecht D., Srodon S., Duziński K. Breed on selected reproductive performance parameters of sows. Arch. Anim. Breed. 2015. Issue 58. P. 49–56.
9. Горин И.Т., Никитченко И.Н. Возможность прогнозирования гетерозиса у свиней. Труды БелНИИЖ. 1969. Т. 10. С. 104–106.
10. Краснощок О.О. Відтворювальні якості свиноматок за різних методів розведення. Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату: міжн. наук.-пр. конф. молодих вчених і спеціалістів, м. Дніпро, 25-26 травня 2017 р.: тези доповіді. Дніпро, 2017. 179 с.
11. Коваленко Т.С. Удосконалення оцінки продуктивних і племінних якостей свиней за селекційними індексами: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.02.01. Полтава, 2011. 23 с.
12. Ушакова С.В. Варианты сочетаний хряков и свиноматок мясных генотипов по уровню репродуктивных качеств. 2020. URL: <http://dspace.ksau.kher-son.ua/handle/123456789/1025> (дата звернення 05.01.2020).
13. Федяєва А.С. Обґрунтування ефективної системи породно-лінійної гібридизації за використання термінальних кнурів: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.02.01. Харків, 2019. 19 с.
14. Церенюк О.М., Хватов А.І., Стрижак Т.А. Об'єктивна оцінка материнської продуктивності свиней. Таврійський науковий вісник. 2010. Вип. 78. Ч. 2(1). С. 221–227.
15. Храмова О.М. Відтворювальні якості свиноматок за різних поєднань порід і типів. Theoretical and Applied Veterinary Medicine. 2019. 7(2). С. 115–119. Doi:https://doi.org/10.32819/2019.71021
16. Phelps A. New hybrid from esteem Europe. Pig international. 1976. Issue 4(6). P. 10–14.
17. Shull G.H. Hybridization methods in corn breeding. Amer. Breeding Magazine. 1981. Issue 1, P. 98–107.
18. Пилипець-Романюк В.Д. Особливості селекції свиней. Сучасне тваринництво. 2011. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnystvo/item/8012-osoblyvosti-selektii-svyniei.html>
19. Повод М.Г., Бондаренко М.С., Грищенко С.М. Відтворювальні якості свиней різного походження. Науково-технічний бюлетень. 2015. Випуск № 114. С. 132–136.
20. Kuhlers D.L., Jungst S.B., Little J.A. Comparisons of specific crosses from Duroc-Landrace, Yorkshire-Landrace and Hampshire-Landrace sows managed in two types of gestation systems: pig performance. J Anim Sci. 1989. Issue 67(10). P. 595–602.
21. Huang Y.H., Lee Y.P., Yang T.S., Roan S.W. Effects of Sire Breed on the Subsequent Reproductive Performances of Landrace Sows. Asian Australasian Journal of Animal Sciences. 2003. Issue 16(4). 7 p. Doi:https://doi.org/10.5713/ajas.2003.489.
22. Mungate F., Dzama K., Mandisodza K., Shoniwa A. Some non-genetic factors affecting commercial pig production in Zimbabwe. South African Journal of Animal Science. 2009. Vol. 29. Doi:https://doi.org/10.4314/sajas.v29i3.44202.
23. Effects of feeding strategies, genotypes, sex, and birth weight on carcass and meat quality traits under organic pig production conditions/ A. Sundrum et al. NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences. 2011. Vol. 58. Issues 3–4. P. 163–172. Doi:https://doi.org/10.1016/j.njas.2011.09.006.
24. Eyovwunu D., Omeje S.I., Akpodiete J.O. Вплив генотипу на репродуктивні ознаки самок свиней. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science. 2016. Випуск 3. Т. 9. вер. I. С. 20–22.
25. Гетья А.А. Організація селекційного процесу в сучасному свинарстві: монографія. Полтава: Полтавський літератор. 2009. 192 с.

26. Топіха В.С., Лихач В.Я., Лихач А.В. М'ясні якості свиней породи ландрас за різних методів розведення. Зб. наук. праць Вінницького НАУ. Сільськогосподарські науки. 2013. Вип. 5 (78). С. 217–221.

27. Генетична структура маточного поголів'я в Україні – огляд. URL:<http://asu.pigua.info/news/764/?type=asu>

REFERENCES

1. Lisnyi, V.A. (2002). Pidvyshhennja efektyvnosti heterozyznoi selekcii v svynarstvi shljahom ocinky kombinacijnoi zdadnosti porid ta typiv svynej [Improving the efficiency of heterosis selection in pig breeding by assessing the combination ability of breeds and types of pigs]. Visnyk agrarnoi nauky Prychornomor'ja [Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast]. Mykolaiv, Issue 3 (17), pp. 58–67.

2. Vashchenko, P.A. (2009). Kombinacijna zdadnist zavods'kyh linij svynej velykoj biloi porody [Combination ability of factory lines of large white breed pigs]. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy. no. 3, pp. 71–73.

3. Piotrovych, N.A. (2017). Formuvannja vidtvorjuval'nyh jakostej svynomatok ta ocinka i'h kombinacijnoi zdadnosti: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.02.01. [Formation of reproductive qualities of sows and an estimation of their combination ability: the dissertation author's abstract of the candidate of agricultural sciences: 06.02.01.]. Mykolaiv.

4. Khramkova, O.M. (2019). Vidtvoriuvalni yakosti svynomatok za riznykh poiednan porid i typiv [Reproductive qualities of sows in different combinations of breeds and types]. Theoretical and Applied Veterinary Medicine. 7(2), pp. 115–119. Available at: <https://doi.org/10.32819/2019.71021>

5. Tsereniuk, O.M. (2018). Metodologija vyznachennja efektu heterozyzu v svynarstvi. [Methodology for determining the effect of heterosis in pig breeding]. Naukovo-tehnichnyj bjulleten' [Scientific and technical bulletin]. Issue 119, pp. 173–184

6. Tsereniuk, O.M. (2010). Ob'jektyvna ocinka materyns'koi produktyvnosti svynei [Objective assessment of maternal productivity of pigs]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk [Taurian Scientific Bulletin]. Issue 78, Part 2(I), pp. 221–227.

7. Sheyko, R.I. (2012). Priemy i metody v selekcii svinej, obespechivajushhie vysokij jeffekt heterozyza v sistemah gibridizacii: monografija [Techniques and methods in pig breeding, providing a high effect of heterosis in hybridization systems: monograph]. Zhodino, Issue 263, pp. 4–23.

8. Knecht, D., Srodon, S., Duziński, K. (2015). Breed on selected reproductive performance parameters of sows. Arch. Anim. Breed. Issue 58, pp. 49–56.

9. Gorin, I.T., Nikitchenko, I.N. (1969). Vozmozhnost prognozirovaniya heterozyza u sviney [Possibility to predict heterosis in pigs]. BelNIIZh Proceedings, Vol. 10, pp. 104–106.

10. Krasnoshchok, O.O. (2017). Vidtvorjuvalni yakosti svynomatok za riznyh metodiv rozvedennja [Reproductive qualities of sows by different breeding methods]. Naukove zabezpechennja innovacijnogo rozvytku agropromyslovogo kompleksu v umovah zmin klimatu: mizhn. nauk.-pr. konf. molodyh vcheny i specialistiv, m. Dnipro, 25-26 travnja 2017 r.: tezy dopovidi [Scientific support of innovative development of the agro-industrial complex in the conditions of climate change: international scientific-practical conference

of young scientists and specialists, Dnipro, May 25-26, 2017: abstracts]. 179 p.

11. Kovalenko, T.S. (2011). Udoshkonalennja ocinky produktyvnyh i plemennyh jakostej svynei za selekcijnymi indeksami: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.02.01. [Improving the assessment of productive and breeding qualities of pigs by selection indices: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.02.01.]. Poltava, 23 p.

12. Ushakova, S.V. (2020). Varianty sochetanij hrjakov i svinomatok mjasnyh genotipov po urovnju reproduktyvnyh kachestv [Variants of combinations of boars and sows of meat genotypes according to the level of reproductive qualities]. URL:<http://dspace.ksau.kher-son.ua/handle/123456789/1025> (date of request 05.01.2020)

13. Fediaieva, A.S. (2019). Obg'runtuvannja efektyvnoi systemy porodno-linijnoi gibrydzacii za vykorystannja terminal'nyh knuriv: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.02.01. [Substantiation of effective system of breed-linear hybridization for use of terminal boars: the dissertation author's abstract of the candidate of agricultural sciences: 06.02.01.]. Kharkiv, 19 p.

14. Tsereniuk, O.M., Khvatov, A.I., Stryzhak, T.A. (2010). Ob'jektyvna ocinka materyns'koi produktyvnosti svynei [Objective assessment of maternal productivity of pigs]. Taurian Scientific Bulletin. Issue 78, Part 2(I), pp. 221–227.

15. Khramkova, O.M. (2019). Vidtvorjuvalni yakosti svynomatok za riznykh poiednan' porid i typiv [Reproductive qualities of sows in different combinations of breeds and types]. Theoretical and Applied Veterinary Medicine. 7(2), pp. 115–119. Available at: <https://doi.org/10.32819/2019.71021>

16. Phelps, A. (1976). New hybrid from esteem Europe. Pig international. Issue 4(6), pp. 10–14.

17. Shull, G.H. (1981). Hybridization methods in corn breeding. Amer. Breeding Magazine. Issue 1, pp. 98–107.

18. Pylypets-Romaniuk, V.D. (2011). Osoblyvosti selekcii svynei [Features of pig breeding]. Modern animal husbandry. Available at: <http://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnystvo/item/8012-osoblyvosti-selekcii-svynei.html> (date of request 05.01.2020)

19. Povod, M.H., Bondarenko, M.S., Hryshchenko, S.M. (2015). Vidtvorjuvalni yakosti svynei riznogo pohodzhennja [Reproductive qualities of pigs of different origins]. Scientific and technical bulletin. Issue 114, pp. 132–136.

20. Kuhlers, D.L., Jungst, S.B., Little, J.A. (1989). Comparisons of specific crosses from Duroc-Landrace, Yorkshire-Landrace and Hampshire-Landrace sows managed in two types of gestation systems: pig performance. J Anim Sci. Issue 67(10), pp. 595–602.

21. Huang, Y.H., Lee, Y.P., Yang, T.S. and Roan, S.W. (2003). Effects of Sire Breed on the Subsequent Reproductive Performances of Landrace Sows. Asian Australasian Journal of Animal Sciences. Issue 16(4), 7 p. Available at: <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.489>.

22. Mungate, F., Dzama, K., Mandisodza, K., Shoniwa, A. (2009). Some non-genetic factors affecting commercial pig production in Zimbabwe. South African Journal of Animal Science. Vol. 29. Available at: <https://doi.org/10.4314/sajas.v29i3.44202>.

23. Sundrum, A., Aragona, A., Schulze-Langenhorst, C., Bütfering, L., Henning, M., Stalljohann, G. (2011).

Effects of feeding strategies, genotypes, sex, and birth weight on carcass and meat quality traits under organic pig production conditions. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*. Vol. 58, Issues 3–4, pp. 163–172. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.njas.2011.09.006>.

24. Eyovwunu, D., Omeje, S.I., Akpodiete, J.O. (2016). Vplyv henotypu na reproduktyvni oznaky samok svynei [Influence of genotype on reproductive traits of female pigs]. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*. Issue 3, Vol. 9(I), pp. 20–22.

25. Hetia, A.A. (2009). Organizacija selekciynogo procesu v suchasnomu svynarstvi: monografija [Organization of selection process in modern pig breeding: monograph]. Poltava: Poltava writer, 192 p.

26. Topikha, V.S., Lykhach, V.Ia. and Lykhach, AV. (2013). M'jasni jakosti svynei porody landras za riznyh metodiv rozvedennja [Meat qualities of Landrace pigs by different breeding methods]. *Zbirnyk naukovykh prac' Vinnyc'kogo NAU* [Collection of scientific works of Vinnytsia NAU]. Agricultural sciences. Issue 5 (78), pp. 217–221.

27. Genetychna struktura matochnogo pogoliv'ja v Ukraini – ogljad [Genetic structure of uterine livestock in Ukraine - an overview]. Available at: <http://asu.pigua.info/news/764/?type=asu> (date of request 05.01.2020)

Интенсивность роста ремонтного молодняка свиной ирландского происхождения в зависимости от сочетания исходных пород

Оглобля В.В., Повод М.Г.

В статье изучали динамику роста чистопородных и поместных ремонтных свинок в период от рождения и до достижения возраста 180 суток. Исследовали также интенсивность роста этих животных в период выращивания и закономерности разницы в интенсивности роста чистопородных и поместных свинок. Установлена неравномерная динамика роста как чистопородных, так и поместных ремонтных свинок. Свинки, полученные от прямого и обратного вариантов скрещивания материнских пород, более динамично росли по сравнению с их сверстницами, полученными от чистопородного варианта разведения исходных пород. Среди чистопородных свинок к отъему более динамично увеличивали свою живую массу животные породы ландрас, тогда как после отъема большей интенсивностью повышения живой массы выделялись животные крупной белой породы. Поместные свинки не имели существенной разницы в увеличении живой массы в зависимости от варианта скрещивания, хотя и прослеживалась тенденция к большему повышению живой массы с возрастом у свинок от маток крупной белой породы и хряков породы ландрас по сравнению с реципрокным вариантом скрещивания. В период выращивания ремонтных свинок самую высокую интенсивность роста имели поместные свиноматки как от прямого, так

и обратного вариантов скрещивания животных исходных пород. Чистопородные животные обеих исходных пород уступали по интенсивности роста в период племенного выращивания своим поместным аналогам на 3,0–6,3 %. Среди чистопородных животных наименее интенсивно росли в период племенного выращивания свинки породы ландрас, которые уступали по этим показателям аналогам крупной белой породы на 3,2 %, а поместным свинкам обеих сочетаний – 6,3 %. Преимущества в живой массе поместных ремонтных свинок обусловлены их большей интенсивностью роста в период от отъема до тестирования в 180 суток, которая в свою очередь обусловлена различными формами проявления гетерозиса.

Ключевые слова: свинка, материнские породы, чистопородное разведение, скрещивание, гетерозис, живая масса, интенсивность роста.

The growth rate of repair young pigs of Irish origin, depending on the combination of the original breeds

Ohloblia V., Povod M.

The article studied the growth dynamics of purebred and local gilts from birth to 180 days of age. The growth rate of these animals during the rearing period and the regularities of the difference in the growth rate of purebred and local pigs were also investigated. The uneven growth dynamics of both purebred and local replacement gilts has been established. The pigs obtained from the direct and reverse variants of crossbreeding of parental breeds grew more dynamically in comparison with their peers obtained from the purebred variant of breeding of the original breeds. Among purebred gilts, by weaning, the live weight of the Landrace breed increased more dynamically, while after weaning, the animals of the large white breed stood out with a greater intensity increase in live weight. Local gilts did not have a significant difference in the increase in live weight depending on the crossing option, although there was a tendency for a higher increase in live weight with age in pigs from Large White queens and Landrace boars compared to the reciprocal crossing option. During the period of rearing gilts, the highest growth rates were observed in local sows, both from the direct and reverse variants of crossing the animals of the original breeds. Purebred animals of both original breeds were inferior in growth intensity during the period of breeding to their local counterparts 3.0 – 6.3%. Among purebred animals, the least intensive growth during the period of breeding was the Landrace pigs, which were inferior in these indicators to the analogs of the Large White breed by 3.2%, and to the local pigs of both combinations by 6.3%. The advantages in live weight of local replacement gilts are due to their greater growth intensity in the period from weaning to testing at 180 days, which in turn is due to various forms of heterosis manifestation.

Key words: mumps, parent breeds, purebred breeding, crossing, heterosis, live weight, growth rate.



Copyright: Оглобля В.В., 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.



Оглобля В.В.
Повод М.Г.

ID <https://orcid.org/0000-0002-4630-7222>
ID <https://orcid.org/0000-0001-9272-9672>

ЕКОЛОГІЯ

УДК 546.32:577.34:597(28) (477)

Багаторічна динаміка формування радіонуклідного забруднення промислової іхтіофауни Канівського водосховища

Скиба В.В.¹ , Присяжнюк Н.М.¹ , Волкова О.М.² ,

Беляєв В.В.² , Пришляк С.П.² 

¹ Білоцерківський національний аграрний університет

² Інститут гідробіології НАН України

 Скиба В.В. E-mail: v.skyba@btsau.edu.ua



Скиба В.В., Присяжнюк Н.М., Волкова О.М., Беляєв В.В., Пришляк С.П. Багаторічна динаміка формування радіонуклідного забруднення промислової іхтіофауни Канівського водосховища. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 108–115.

Skyba V.V., Prysazhnyuk N.M., Volkova O.M., Belayev V.V., Pryshljak S.P. Bagatorichna dynamika formuvannja radionuklidnogo zabrudnennja promyslovoi ihtiofauny Kaniv'skogo vodoshovysha. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytva i pererobky produkciï tvarynnnytva», 2021. № 1. PP. 108–115.

Рукопис отримано: 06.04.2021 р.

Прийнято: 20.04.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-108-115

Метою дослідження було визначення часових параметрів зниження питомої активності тривалоіснуючих радіонуклідів у промислових видах риб Канівського водосховища упродовж 1987–2021 рр.

З метою визначення сучасних рівнів радіонуклідного забруднення представників промислової іхтіофауни Канівського водосховища у січні 2021 р. у середній та нижній ділянках водойми було відібрано *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Blicca bjoerkna*, *Abramis brama*, *Pelecus cultratus* (мирні види); *Esox lucius*, *Stizostedion lucioperca* (хижі види). Питому активність ⁹⁰Sr та ¹³⁷Cs визначали в цілому організмі загальноприйнятими радіохімічними та гамма-спектрометричними методами. Аналіз динамічних характеристик вмісту радіонуклідів у представників іхтіофауни водосховища проведено на основі результатів досліджень щодо рівнів накопичення рибами ⁹⁰Sr та ¹³⁷Cs упродовж 1987–2012 рр. та їх питомої активності в організмах у 2021 р.

У 2021 р. середні величини питомої активності ⁹⁰Sr у рибах становили 0,6–1,6 Бк/кг, ¹³⁷Cs – 2,4–13,2 Бк/кг. Згідно з результатами проведених раніше досліджень, середній питомий вміст ⁹⁰Sr у рибах Канівського водосховища з 1987 до 1993 рр. зменшився приблизно у 6,5 раза – з 60±30 до 9±3 Бк/кг, а до 2003 р. – ще у 5 разів – до 1,8±0,8 Бк/кг і не перевищував величин, які реєстрували у риб прісних водойм України до аварії на ЧАЕС у 1979–1985 рр. Отже, упродовж 2003–2021 рр. рівні вмісту ⁹⁰Sr у рибах Канівського водосховища майже не змінилися.

За матеріалами досліджень щодо рівнів накопичення ¹³⁷Cs рибами різного типу живлення Канівського водосховища визначено часові параметри зменшення його питомої активності. Упродовж 1987–2021 рр. швидкість зменшення вмісту ¹³⁷Cs в мирних та хижих рибах достовірно не відрізнялася та становила 0,10±0,01 рік⁻¹, період ефективного напіввиведення становив 6,7±0,7 р.

За даними аналізу багаторічних досліджень виділили 2 періоди, упродовж яких питома активність ¹³⁷Cs в організмі риб зменшувалася із різною швидкістю. У період 1987–2004 рр. рівні вмісту ¹³⁷Cs у мирних рибах зменшилися від 70±22 до 6,1±2,2 Бк/кг, у хижих – з 202±41 до 19,8±7,6 Бк/кг, тобто приблизно у 10–11 разів, що відповідає періоду напівзменшення майже 6 років; за 2004–2021 рр. його вміст у мирних рибах зменшився до 2,9±0,7 Бк/кг, у хижих – до 7,3±4,1 Бк/кг, тобто ще у 2–3 рази, що відповідає періоду напівзменшення 12±3 роки. Отже встановлено, що у часі швидкість зменшення питомої активності ¹³⁷Cs у рибах уповільнюється.

Визначені параметри дають змогу з високим ступенем точності прогнозувати динаміку формування радіонуклідного забруднення іхтіофауни у разі надходження штучних радіонуклідів у водні екосистеми внаслідок аварійних ситуацій.

Ключові слова: Канівське водосховище, риби, радіонукліди, багаторічна динаміка, швидкість зменшення.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) 26 квітня 1986 року у довкілля надійшло і поширилося повітряним шляхом на значні відстані $1,95 \cdot 10^{18}$ Бк радіоактивних речовин. Основна кількість радіоактивних аерозолів випала на територію України, Росії та Білорусі, де в зоні дії Чорнобильської катастрофи опинилися сотні тисяч водойм різного типу [1, 16–18]. Упродовж 10–15 років після аварії виконували комплексні радіоекологічні дослідження водойм зони відчуження та Дніпровських водосховищ, зокрема вивчали особливості формування радіонуклідного забруднення риб [2, 4, 16–20]. Однак нині систематичні дослідження закономірностей формування радіонуклідного забруднення водних організмів тривають лише на території зони відчуження. Щорічний комплексний радіоекологічний моніторинг Дніпровських водосховищ припинено в середині 90-х років минулого століття, а востаннє такі дослідження виконували у 2003 р. [4]. Упродовж останніх 10–15 років в окремих публікаціях наведено результати досліджень рівнів вмісту радіонуклідів чорнобильського походження в організмі представників іхтіофауни Київського та Дніпровського водосховищ [5, 6, 14, 15, 23]. Водночас радіоекологічна ситуація для більшості водойм України, включаючи розташовані у зонах обов'язкового та гарантованого добровільного відселення, залишається або взагалі не дослідженою, або дослідженою епізодично у різні періоди часу. Отже, важливою складовою оцінювання віддалених наслідків аварії є визначення часових параметрів зменшення вмісту тривалоіснуючих радіонуклідів в організмі гідробіонтів, зокрема представників іхтіофауни різного типу живлення. Такі параметри не лише дають змогу здійснити ретроспективне оцінювання рівнів вмісту радіонуклідів у рибах водойм, де радіоекологічні дослідження виконували епізодично, а й прогнозувати динаміку формування радіонуклідного забруднення іхтіофауни у разі надходження штучних радіонуклідів у водні екосистеми внаслідок аварійних ситуацій. Враховуючи викладене вище, необхідно підкреслити важливість продовження радіоекологічних досліджень екосистем водойм, де перші результати було одержано під час гострої стадії аварії. Саме такою водоймою є Канівське водосховище.

Оскільки під час аварії процес викиду радіоактивних речовин був розтягнутий у часі, у формуванні радіонуклідного забруднення Дніпровських водосховищ виділяють 3 етапи [16]. Перший пов'язаний з надходженням радіо-

онуклідів повітряним шляхом у вигляді аерозолів, другий – з надходженням як повітряним шляхом, так і через їх змив з площі водозбору і перенесення водними масами вниз каскадом, третій – з надходженням з площі водозбору та перенесенням з водними масами. Результати щодо вмісту радіонуклідів в абіотичних компонентах Канівського водосховища було одержано упродовж першого етапу формування радіонуклідного забруднення екосистеми [16]. Рівні радіонуклідного забруднення риб систематично почали визначати на другому етапі – з початку червня 1986 р. [2, 7, 8]. В організмі риб реєстрували $^{95}\text{Nb}+^{95}\text{Zr}$, $^{103}\text{Ru}+^{103}\text{Rh}$, ^{131}I , $^{134,137}\text{Cs}$, ^{140}Ba , $^{141,144}\text{Ce}$, сумарна радіоактивність яких становила майже 1000 Бк/кг і переважно формувалась короткоіснуючими радіонуклідами. Надалі внаслідок розпаду короткоіснуючих продуктів поділу, радіоактивне забруднення риб формувалося ^{90}Sr та ^{137}Cs . Необхідно відзначити, що упродовж 1986 р. питомий вміст ^{90}Sr та ^{137}Cs в іхтіофауні Канівського водосховища зростав, і найвищі рівні зазначених радіонуклідів в організмі риб – до 144 та 400 Бк/кг відповідно, було зареєстровано у 1987 р. Регулярні радіоекологічні дослідження промислових видів риб Канівського водосховища проводили до 2012 р. Отже, доцільно визначити рівні радіоактивного забруднення риб водосховища на сучасному етапі та зробити аналіз динамічних характеристик вмісту радіонуклідів у представників промислової іхтіофауни.

Метою дослідження було визначення часових параметрів зниження питомої активності тривалоіснуючих радіонуклідів у промислових видах риб Канівського водосховища упродовж 1987–2021 рр.

Матеріал і методи дослідження. Упродовж січня 2021 р. в Канівському водосховищі було відібрано наступні види риб: плітка звичайна – *Rutilus rutilus* L.; краснопірка – *Scardinius erythrophthalmus* L.; плоскирка – *Blicca bjoerkna* L.; лящ звичайний – *Abramis brama* L.; чехоня – *Pelecus cultratus* L. (мирні види); щука – *Esox lucius* L.; судак звичайний – *Stizostedion lucioperca* L. (хижі види). Вміст радіонуклідів визначали у цілому організмі риб. Питому активність ^{90}Sr у зразках визначали оксалатним методом, ^{137}Cs – гама-спектрометричним методом [13] у відділі водної радіоекології Інституту гідробіології НАН України.

Для визначення динамічних характеристик вмісту радіонуклідів в організмі риб використано результати раніше проведених досліджень щодо закономірностей формування рівнів радіонуклідного забруднення у пред-

ставників промислової іхтіофауни Канівського водосховища [4, 16, 19, 21].

Періодична Державна перевірка засобів вимірювання, застосування зразкових радіоактивних розчинів та зразкових спеціальних джерел дають змогу питому активність риб розглядати як часові ряди, параметри яких пов'язані з навколишніми середовищем, а не з похибкою вимірів.

Результати наведено як середнє значення $\pm$ середньоквадратичне відхилення. Таке представлення характеризує природну варіацію вмісту радіонуклідів у гідробіонтах [12].

Результати дослідження та обговорення. У 2021 р. середні величини питомої активності ^{90}Sr у досліджених видах риб Канівського водосховища становили 0,6–1,6 Бк/кг, ^{137}Cs – 2,4–13,2 Бк/кг (табл. 1).

Таблиця 1 – Питома активність радіонуклідів в організмі риб Канівського водосховища, 2021 р., Бк/кг природної вологості

Види риб	^{90}Sr	^{137}Cs
Плітка звичайна	0,9 $\pm$ 0,3	2,4 $\pm$ 0,6
Плоскирка	1,2 $\pm$ 0,35	3,5 $\pm$ 0,8
Лящ звичайний	0,6 $\pm$ 0,25	3,0 $\pm$ 0,6
Чехоня	1,1 $\pm$ 0,3	3,6 $\pm$ 0,8
Краснопірка	1,6 $\pm$ 0,4	2,7 $\pm$ 1,1
Судак	0,8 $\pm$ 0,3	8,9 $\pm$ 0,5
Щука	1,0 $\pm$ 0,3	13,2 $\pm$ 2,8

Питома активність ^{90}Sr в організмі риб хижих та мирних видів достовірно не відрізнялася, ^{137}Cs – у мирних видах була у середньому у 2,5 рази нижчою, ніж у хижих.

Згідно з результатами проведених раніше досліджень середній питоми вміст ^{90}Sr у рибах Канівського водосховища з 1987 до 1993 рр. зменшився приблизно у 6,5 рази – з 60 $\pm$ 30 до 9 $\pm$ 3 Бк/кг, а до 2003 р. – ще у 5 разів – до 1,8 $\pm$ 0,8 Бк/кг [4, 16] і не перевищував величин, які реєстрували у представників іхтіофауни прісних водойм України до аварії на ЧАЕС у 1979–1985 рр. [22]. Отже, упродовж 2003–2021 рр. рівні вмісту ^{90}Sr у рибах Канівського водосховища майже не змінилися. Враховуючи зазначене вище, а також те, що з 1987 р. підвищені рівні радіонуклідного забруднення іхтіофауни у водоймах, які розташовані поза межами зони відчуження, формувалися ^{137}Cs [21], для риб Канівського водосховища доцільно було визначити динамічні характеристики вмісту саме ^{137}Cs .

Для опису процесів обміну радіонуклідів між організмом і середовищем у водній радіоекології зазвичай застосовують кібернетичні моделі, які представляють організм у вигляді

серії камер, що знаходяться в стані взаємодії з водним середовищем – так звані камерні моделі. Загальноприйнятим підходом до математичного опису радіоекологічних процесів у водному середовищі є побудова нелінійних моделей з урахуванням трофічних і конкурентних взаємин між різними видами [10, 11, 16, 18]. Висока точність моделі вимагає великої кількості камер, що призводить до збільшення кількості необхідних вхідних параметрів. У камерних моделях до таких параметрів належить швидкість переходу радіонуклідів від однієї камери до іншої.

У найбільш загальному випадку обмін радіонукліда між організмом і середовищем для однокамерної моделі можна описати наступним рівнянням:

$$dA_f/dt = V(t) - pA_f,$$

де A_f – радіоактивність організму, Бк/кг;

$V(t)$ – надходження (потік) радіонукліда до організму за час dt , Бк/(с*кг);

p – швидкість виведення радіонукліда через радіоактивний розпад та біологічне виведення елемента з організму, с⁻¹.

Рішення рівняння (1) з початковими умовами (t_0 , A_0) має вигляд [9]:

$$A_f(t) = \exp(-F)(A_0 + \int_{t_0}^t V(t)\exp(F)dt),$$

$$F(t) = \int_{t_0}^t p dt = p(t-t_0) \quad (2)$$

Підставляючи вираз $F(t)$ у рівняння 2 отримуємо:

$$A_f(t) = \exp(-p(t-t_0))(A_0 + \int_{t_0}^t V(t)\exp(p(t-t_0))dt), \quad (3)$$

Якщо прийняти, що $V(t) = 0$, то рівняння (3) має наступний вигляд:

$$A_f(t) = A_0 \exp(-p(t-t_0)) \quad (4)$$

Рівняння (4) описує зниження вмісту радіонукліда в організмі у разі припинення надходження радіонукліда з навколишнього середовища.

У протилежному випадку, коли $A_0 = 0$, а V – постійне, тобто радіонуклід надходить в організм рівномірно, рівняння (3) набуває вигляду:

$$A_f(t) = V/p [1 - \exp(-p(t-t_0))] \quad (5)$$

З аналізу рівняння (5) видно, що з часом радіоактивність організму збільшується лише до величини V/p , а A_f буде відрізнятися від V/p менше, ніж на 10 % за $pt \geq 2,3$.

Рівняння (4) та (5) описують крайні випадки динаміки вмісту радіонукліда в організмі риб. Збільшення питомого вмісту ^{90}Sr та ^{137}Cs в організмі риб Канівського водосховища спостерігали у перші місяці після аварії, потім питома активність радіонуклідів зменшувалася.

У загальному випадку $V(t)$ змінюється у часі, якщо припустити, що

$$V(t) = V_0 \exp(-p_1 t)$$

рішення рівняння (3) буде мати наступний вигляд:

$$A_f(t) = A_1 \exp(-p_1 t) \quad (6)$$

$$p_1 = \ln 2 / T_{1/2}$$

де A_1 – стала;

p_1 – швидкість зменшення питомої активності;

$T_{1/2}$ – період напівзменшення питомої активності організму.

Отриманий вигляд рішення (6) підтверджується багатьма науковими публікаціями, у яких доведено, що динаміка зниження радіоактивності живих організмів, зокрема гідробіонтів, добре описується експоненційною залежністю [10, 11, 23].

За матеріалами багаторічних досліджень щодо рівнів накопичення ^{137}Cs рибами різного типу живлення Канівського водосховища (рис. 1) визначено часові параметри зменшення питомої активності радіонукліда. Згідно з розрахунками, за період 1987–2021 рр. швидкість зменшення вмісту ^{137}Cs в мирних та хижих рибах достовірно не різнилася та становила $0,10 \pm 0,01 \text{ рік}^{-1}$, а період ефективного напіввиведення – $6,7 \pm 0,7 \text{ р.}$

За даними аналізу багаторічної динаміки вмісту ^{137}Cs в рибах Канівського водосховища виділили 2 періоди, упродовж яких питома активність радіонукліда зменшувалася із різною швидкістю. Так, упродовж 1987–2004 рр. рівні вмісту ^{137}Cs у мирних рибах зменшилися від 70 ± 22 до $6,1 \pm 2,2 \text{ Бк/кг}$, у хижих – з 202 ± 41 до $19,8 \pm 7,6 \text{ Бк/кг}$, тобто приблизно у 10–11 разів, що відповідає періоду напівзменшення майже 6 років [3]. За період 2004–2021 рр. вміст радіонукліда у мирних рибах зменшився до $2,9 \pm 0,7$, у хижих – до $7,3 \pm 4,1 \text{ Бк/кг}$, тобто ще у 2–3 рази, що відповідає періоду напівзменшення 12 ± 3 роки.

Отже, упродовж кількох місяців після аварії на ЧАЕС вміст ^{137}Cs в рибах Канівського водосховища збільшувався. З 1987 р. процеси його виведення з організму не компенсуються надходженням, тобто спостерігається зменшення питомої активності ^{137}Cs у рибах. Встановлено, що у часі швидкість зменшення питомої активності ^{137}Cs у рибах уповільнюється. Так, з 1987 до 2004 рр. величина періоду напівзменшення його вмісту у рибах Канівського водосховища становила приблизно 6, а у 2004–2021 рр. – 12 років.

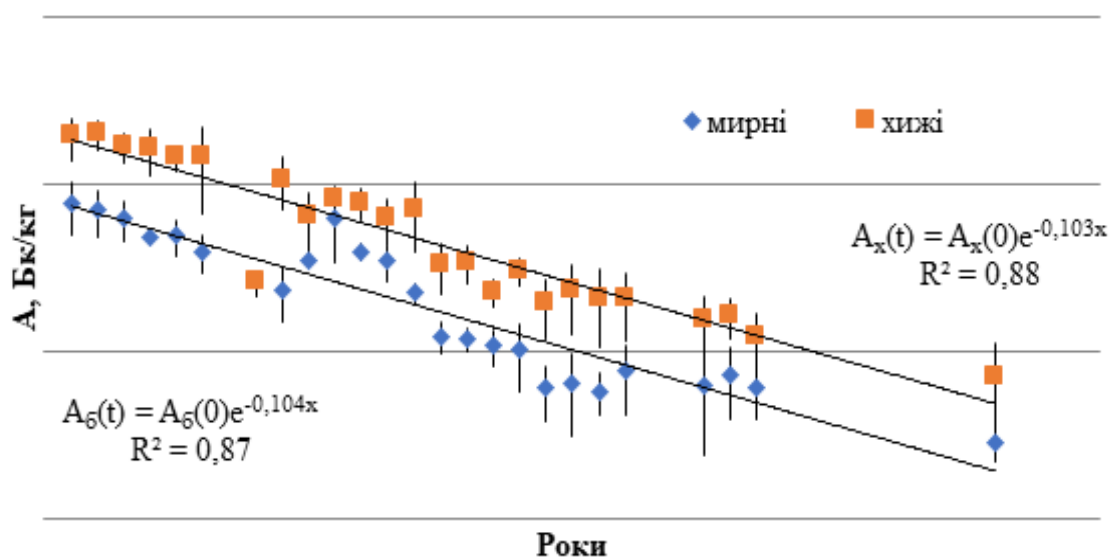


Рис. 1. Динаміка вмісту ^{137}Cs у рибах Канівського водосховища.

Висновки. У 2021 р. середні величини питомої активності ^{90}Sr у рибах Канівського водосховища становили 0,6–1,6 Бк/кг, ^{137}Cs – 2,4–13,2 Бк/кг. Питома активність ^{90}Sr в організмі риб хижих та мирних видів достовірно не відрізнялася, ^{137}Cs – у мирних видах була у середньому у 2,5 раза нижчою, ніж у хижих.

Встановлено, що упродовж 2003–2021 рр. рівні вмісту ^{90}Sr у рибах Канівського водосховища майже не змінилися і не перевищували величин, які реєстрували у риб прісних водойм України до аварії на ЧАЕС у 1979–1985 рр.

Упродовж 1987–2021 рр. швидкість зменшення вмісту ^{137}Cs в мирних та хижих рибах достовірно не різнилася та становила $0,10 \pm 0,01 \text{ рік}^{-1}$, період ефективного напіввиведення становив $6,7 \pm 0,7 \text{ р.}$

Визначено 2 періоди, упродовж яких питома активність ^{137}Cs в організмі риб зменшувалася із різною швидкістю. У 1987–2004 рр. рівні вмісту ^{137}Cs в мирних рибах зменшилися приблизно у 10–11 разів, що відповідає періоду напівзменшення майже 6 років; за 2004–2021 рр. зменшилися ще у 2–3 рази, що відповідає періоду напівзменшення 12 ± 3 роки. Отже встановлено, що у часі швидкість зменшення питомої активності ^{137}Cs у рибах уповільнюється.

Визначені параметри дають змогу з високим ступенем точності прогнозувати динаміку формування радіонуклідного забруднення їхтїофауни у разі надходження штучних радіонуклідів у водні екосистеми внаслідок аварійних ситуацій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього: Національна доповідь України. К.: КІМ, 2011. 356 с.
2. Волкова Е.Н. Накопление радионуклидов промысловыми видами рыб Днепровских водохранилищ: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ин-т проблем онкологии им. Р.Е. Кавецкого АН УССР. Киев. 1990. 16 с.
3. Волкова Е.Н., Беляев В.В., Зарубин О.Л., Гудков Д.И. Параметры снижения удельной активности ^{137}Cs в гидробионтах, обитающих в водоемах разного типа. Радиационная биология. Радиоэкология. 2009. Т. 49. № 2. С. 207–211.
4. Волкова О.М. Техногенні радіонукліди у гідробіонтах водойм різного типу: дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.17. / Інститут гідробіології НАН України, Київ. 2008. 348 с.
5. Радіоекологія водойм Придніпров'я / А. І. Дворецький та ін. Вісник ЖНАЕУ. 2016. № 1 (55). Т. 3. С. 283–290.
6. Сучасний радіоекологічний стан Дніпровського водосховища. VI з'їзд Радіобіологічного Товариства України: тези доп. 5-9 жовтня 2015 р. м. Київ / Дворецький А.І. та ін. К., 2015. С. 45–46.
7. Зарубин О.Л. Радиоактивное загрязнение промысловых видов рыб Каневского водохранилища: матер. щоріч. наук. конф. НЦ "Інститут Ядерних Досліджень", Київ, 21–27 січня. 1997. С. 357–360.
8. Зарубин О.Л., Паньков И.В. Цезий-137 в компонентах трофических цепей Каневского водохранилища после аварии на ЧАЭС: матер. щоріч. наук. конф. Института ядерных исследований. Київ, 1997. С. 349–353.
9. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям: Пер. с нем. М.: Наука, 1971. 576 с.
10. Крышев А.И. Динамическое моделирование переноса радионуклидов в гидробиоценозах и оценка последствий радиоактивного загрязнения для биоты и человека: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.01. Обнинск, 2008. 50 с.
11. Крышев И.И., Сазыкина Т.Г. Математическое моделирование миграции радионуклидов в водных экосистемах. М.: Энергоатомиздат, 1986. 152 с.
12. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для университетов и педагогических вузов. М.: Высшая школа, 1973. 343 с.
13. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В.Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. К.: ЛОГОС, 2006. 408 с.
14. Павлюченко В.В., Хомутинин Ю.В., Кашпаров В. А., Кузьменко А.В. Прогноз динамики и риска превышения допустимого содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в рыбе Киевского водохранилища на поздней фазе Чернобыльской аварии. Радиационная биология. Радиоэкология. 2013. Т. 5. № 4. С. 411–427 Doi: <https://doi.org/10.7868/S0869803113040103>
15. Павлюченко В.В., Хомутинин Ю.В., Кузьменко А.В. Екологіорадіаційна оцінка ризику забруднення риби ^{137}Cs і ^{90}Sr у прісноводних водоймах України на пізній стадії аварії на ЧАЕС. Радіоекологія-2014: наук.-практ. конф. Житомир, 23-26 квітня 2014 року. С. 299–304.
16. Радиоактивное и химическое загрязнение Днепра и его водохранилищ после аварии на чернобыльской АЭС / В.Д. Романенко и др. К.: Наукова думка, 1992. 194 с.
17. Радиоекология водных объектов зоны влияния аварии на ЧАЭС / под ред. О.В. Войцеховича. Киев: Чернобыль интеринформ, Т. 1. 1997. 308 с.
18. Радиоекология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС. Прогнозы загрязнения вод, оценки рисков водопользования и эффективности водоохраных контрмер для водных экосистем зоны влияния Чернобыльской аварии / под ред. О.В. Войцеховича. Т. 2. Киев: Чернобыль интеринформ. 1998. 278 с.
19. Радіонукліди у водних екосистемах України / М.І. Кузьменко та ін. К.: Чорнобиль інтерінформ. 2001. 318 с.
20. Рябов И.Н. Особенности экологии рыб в водоемах, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН. Москва, 1998. 50 с.
21. Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах / М. І. Кузьменко та ін. К.: Наук. думка, 2010. 262 с.
22. Томілін Ю.А. Радіонукліди в компонентах водних екосистем південного регіону України: міграція, роз-

поділ, накопичення і контрзаходи: автореф. дис. ... д-ра біол. наук: 03.00.01. Київ, 2007. 40 с.

23. Хомути́нін Ю.В. Оцінка радіоекологічної безпеки прісноводних водойм України пізній стадії аварії на ЧАЕС. Ядерна фізика та енергетика. 2014. 15. № 4. С. 389–401.

REFERENCES

1. Dvadejat' p'jat' rokov Chornobyl's'koi' katastrofy [Twenty-five years of the Chernobyl disaster]. Bezpeka majbutn'ogo: Nacional'na dopovid' Ukraїny [Security of the future: National report of Ukraine]. K. : KIM, 2011. 356 p.
2. Volkova, E.N. (1990). Nakoplenie radionuklidov promyslovymi vidami ryb Dneprovskih vodohranilishh: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. [Accumulation of radionuclides by commercial fish species in the Dnieper reservoirs: author. dis. ... Cand. biol. Sciences]. In-t problem onkologii im. R.E. Kaveckogo AN USSR [Institute of Oncology Problems named after I.I. R.E. Kavetsky Academy of Sciences of the Ukrainian SSR]. Kyiv, 16 p.
3. Volkova, E.N., Belyaev, V.V., Zarubin, O.L., Gudkov, D.I. (2009). Parametry snizheniya udel'noj aktivnosti 137Ss v gidrobiontah, obitajushhih v vodoemah raznogo tipa [Parameters of a decrease in the specific activity of 137Cs in aquatic organisms living in water bodies of different types]. Radiacionnaja biologija [Radiation biology]. Radioekologija [Radioecology]. Vol. 49, no. 2, pp. 207–211.
4. Volkova, O.M. (2008). Tehnogeni radionuklidy u gidrobiontah vodojm raznogo typu: dys. ... d-ra byol. nauk : spec. 03.00.17. [Technogenic radionuclides in hydrobirds with water of a type type: dis. ... Dr. Biol. Sciences: spec. 03.00.17.]. Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv, 348 p.
5. Dvoretzky, A.I., Sapronova, V.O., Baidak, L.A. (2016). Radioekologija vodojm Prydniprov'ja [Radioecology of reservoirs of the Dnieper]. Visnyk ZhNAEU [Bulletin of ZhNAEU]. no. 1 (55), Vol. 3, pp. 283–290.
6. Dvoretzky, A.I., Bilokon, G.S., Marenkov, O.M. (2015). Suchasnyj radioekologichnyj stan Dniprovs'kogo vodoshovyshha. VI z'i'zd Radiobiologichnogo Tovarystva Ukraїny: tezy dop. 5-9 zhovtnja 2015 r. m. Kyi'v [Current radioecological condition of the Dnieper reservoir. VI Congress of the Radiobiological Society of Ukraine: abstracts. October 5-9, 2015, Kyiv]. Kyiv, pp. 45–46.
7. Zarubin, O.L. (1997). Radioaktivnoe zagrjaznenie promyslovyyh vidov ryb Kanevskogo vodohranilishha: mater. shhorich. nauk. konf. NC "Institut Jadernih Doslidzhen", Kyi'v, 21–27 sichnja [Radioactive contamination of commercial fish species in the Kanev reservoir: Proceedings of the Annual Scientific Conference of the Scientific Research Institute, Kyiv, 21–27 January]. pp. 357–360.
8. Zarubin, O.L., Pankov, I.V. (1997). Cezij-137 v komponentah troficheskikh cepej Kanevskogo vodohranilishha posle avarii na ChAJeS: mater. shhorich. nauk. konf. Institutu jadernih doslidzhen' [Cesium-137 in the components of the trophic chains of the Kanev reservoir after the Chernobyl accident: materials of the annual scientific conference of the Institute of Nuclear Research]. Kyiv, pp. 349–353.
9. Kamke, E. (1971). Spravochnik po obyknovennym differencial'nym uravnenijam: Per. s nem. [Handbook of Ordinary Differential Equations: Translated from German]. Moscow: Nauka, 576 p.
10. Kryshev, A.I. (2008). Dinamicheskoe modelirovanie perenosu radionuklidov v gidrobiocenozah i ocenka posledstvij radioaktivnogo zagrjaznenija dlja bioty i cheloveka: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 03.00.01. [Dynamic modeling of the transfer of radionuclides in hydrobiocenoses and assessment of the consequences of radioactive contamination for biota and humans: author. dis. ... Dr. Biol. Sciences: 03.00.01.]. Obninsk, 50 p.
11. Kryshev, I.I., Sazykina, T.G. (1986). Matematicheskoe modelirovanie migracii radionuklidov v vodnyh jekosistemah [Mathematical modeling of migration of radionuclides in aquatic ecosystems]. Moscow: Energoatomizdat, 152 p.
12. Lakin, G.F. (1973). Biometrija [Biometrics]. Uchebnoe posobie dlja universitetov i pedagogicheskikh vuzov [Textbook for universities and pedagogical universities]. M.: Higher school, 343 p.
13. Romanenko, V.D. (2006). Metody gidroekologichnyh doslidzhen' poverhnevyyh [Methods of hydroecological dosages of surface waters]. NAN Ukraїny [NAS of Ukraine]. In-t gidrobiologii' [Institute of Hydrobiology]. K.: LOGOS, 408 p.
14. Pavlyuchenko, V.V., Khomutinin, Yu.V., Kashparov, V.A., Kuzmenko, A.V. (2013). Prognoz dinamiki i riska prevyshenija dopustimogo soderzhanija 137Cs i 90Sr v rybe Kievskogo vodohranilishha na pozdnej faze Chornobyl's'koj avarii [Forecast of dynamics and risk of exceeding the permissible content of 137Cs and 90Sr in fish from the Kiev reservoir at the late phase of the Chernobyl accident]. Radiacionnaja biologija [Radiation biology]. Radioekologija [Radioecologists]. Vol. 53, no. 4, pp. 411–427. Available at: <https://doi.org/10.7868/S0869803113040103>
15. Pavlyuchenko, V.V., Khomutinin, Yu.V., Kuzmenko, A.V. (2014). Ekologoradiacijna ocinka ryzyku zabrudnennja ryby 137Cs i 90Sr u prysnovodnyh vodojmah Ukraїny na piznij stadii' avarii' na ChAES [Ecological radiation assessment of the risk of contamination of 137Cs and 90Sr fish in freshwater reservoirs of Ukraine at the late stage of the Chernobyl accident]. Radioekologija-2014: nauk.-prakt. konf. Zhytomyr, 23-26 kvitnja 2014 roku [Radioecology-2014: scientific-practical. conf. Zhytomyr, April 23-26.], pp. 299–304.
16. Romaneko, V.D., Kuzmenko, M.I., Evtushenko, N.Yu. (1992). Radioaktivnoe i himicheskoe zagrjaznenie Dnepra i ego vodohranilishh posle avarii na chornobyl's'koj AJeS [Radioactive and chemical contamination of the Dnieper and its reservoirs after the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. K. : Scientific opinion, 194 p.
17. Voitsekhovich, O.V. (1997). Radiogeoeekologija vodnyh ob'ektov zony vlijanija avarii na ChAJeS [Radio geoecology of water bodies in the zone of influence of the Chernobyl accident]. Kyiv: Chernobyl interinform, Vol. 1, 308 p.
18. Voitsekhovich, O.V. (1998). Radiogeoeekologija vodnyh ob'ektov zony vlijanija avarii na Chernobyl's'koj AJeS [Radio-geoecology of water bodies in the zone of influence of the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. Prognozy zagrjaznenija vod, ocenki riskov vodopol'zovanija i jeffektivnosti vodoohrannyh kontmer dlja vodnyh jekosistem zony vlijanija Chernobyl's'koj avarii [Predictions of Water Pollution, Assessment of the Risks of Water Use and the Efficiency of Water Protection Countermeasures for Aquatic

Ecosystems in the Impact Zone of the Chernobyl Accident]. Vol. 2, Kyiv: Chernobyl interinform, 278 p.

19. Kuzmenko, M.I., Romanenko, V.D., Derevets, V.V. (2001). Radionuklidy u vodnyh ekosystemah Ukraïny [Radionuclides in aquatic ecosystems of Ukraine]. K.: Chernobyl Interinform, 318 p.

20. Ryabov, I.N. (1998). Osobennosti jekologii ryb v vodoemah, zagriznennyh radionuklidami v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoj AJeS: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. [Peculiarities of fish ecology in reservoirs contaminated with radionuclides as a result of the Chernobyl accident: author's ref. dis. ... Dr. Biol. Science]. Institute of Ecology and Evolution. A.N. Severtsova RAN. Moscow, 50 p.

21. Kuzmenko, M.I., Gudkov, D.I., Kireev, S.I. (2010). Tehnogenni radionuklidy u prysnovodnyh ekosystemah [Man-made radionuclides in freshwater ecosystems]. K.: Scientific thought, 262 p.

22. Tomilin, Yu.A. (2007). Radionuklidy v komponentah vodnyh ekosystem pıvdennoho regionu Ukraïny: migraciya, rozpodil, nakopychennja i kontrzahody: avtoref. dys. ... d-ra byol. nauk: spec. 03.00.01. [Radionuclides in components of aquatic ecosystems of the southern region of Ukraine: migration, distribution, accumulation and countermeasures: author's ref. dis. ... Dr. Biol. Science: special. 03.00.01.]. Kyiv, 40 p.

23. Khomutinin, Yu.V. (2014). Ocinka radioekologichnoi' bezpeky prysnovodnyh vodojm Ukraïny piznij stadii' avarii' na ChAES [Assessment of radioecological safety of freshwater reservoirs of Ukraine in the late stage of the Chernobyl accident]. Jaderna fizyka ta energetyka [Nuclear physics and energy]. Vol. 15, no. 4, pp. 389–401.

Многолетняя динамика формирования радионуклидного загрязнения промышленной икhtiофауны Каневского водохранилища

Скиба В.В., Присяжнюк Н.М., Волкова А.Н., Беляев В.В., Пришляк С.П.

Цель исследования – определение временных параметров снижения удельной активности долгоживущих радионуклидов в промышленных видах рыб Каневского водохранилища за период 1987–2021 гг.

Для определения современных уровней радиоактивного загрязнения представителей промышленной икhtiофауны Каневского водохранилища в январе 2021 г. на среднем и нижнем участках водоема были отобраны *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Blicca bjoerkna*, *Abramis brama*, *Pelecus cultratus* (мирные виды); *Esox lucius*, *Stizostedion lucioperca* (хищные виды). Удельную активность ^{90}Sr и ^{137}Cs определяли в целом организме рыб общепринятыми радиохимическими и гамма-спектрометрическими методами. Анализ динамических характеристик содержания радионуклидов у представителей икhtiофауны водохранилища проведен на основе результатов исследований содержания ^{90}Sr и ^{137}Cs в рыбах в течение 1987–2012 гг. и их удельной активности в организмах в 2021 г.

В 2021 г. средние величины удельной активности ^{90}Sr в рыбах составляли 0,6–1,6 Бк/кг, ^{137}Cs – 2,4–13,2 Бк/кг. Согласно результатам проведенных ранее исследований среднее удельное содержание ^{90}Sr в рыбах Каневского водохранилища с 1987 по 1993 г. уменьшилось примерно в 6,5 раза – с 60 ± 30 до 9 ± 3 Бк/кг, а к 2003 г. – еще в 5 раз

– до $1,8\pm 0,8$ Бк/кг и не превышало величин, которые регистрировали у рыб пресных водоемов Украины до аварии на ЧАЭС в 1979–1985 гг. Следовательно, в течение 2003–2021 гг. уровни содержания ^{90}Sr в рыбах Каневского водохранилища почти не изменились.

На основании данных о накоплении ^{137}Cs рыбами разного типа питания Каневского водохранилища определены временные параметры, которые описывают уменьшение его удельной активности. В течение 1987–2021 гг. скорость уменьшения содержания ^{137}Cs в мирных и хищных рыбах достоверно не отличалась и составляла $0,10\pm 0,01$ год⁻¹, период эффективного полууменьшения составлял $6,7\pm 0,7$ лет.

По данным анализа многолетних исследований выделили 2 периода, в течение которых удельная активность ^{137}Cs в организме рыб уменьшалась с разной скоростью. В период 1987–2004 гг. уровни содержания ^{137}Cs в мирных рыбах уменьшились от 70 ± 22 до $6,1\pm 2,2$ Бк/кг, в хищных видах – с 202 ± 41 до $19,8\pm 7,6$ Бк/кг, т.е. примерно в 10–11 раз, что соответствует периоду полууменьшения около 6 лет; за 2004–2021 гг. его содержание в мирных рыбах уменьшилось до $2,9\pm 0,7$ Бк/кг, в хищных – до $7,3\pm 4,1$ Бк/кг, т.е. еще в 2–3 раза, что соответствует периоду полууменьшения 12 ± 3 года. Таким образом установлено, что со временем скорость уменьшения удельной активности ^{137}Cs в рыбах замедляется.

Полученные параметры позволят с высокой степенью точности прогнозировать динамику формирования радионуклидного загрязнения икhtiофауны в случае поступления искусственных радионуклидов в водные экосистемы в результате аварийных ситуаций.

Ключевые слова: Каневское водохранилище, рыбы, радионуклиды, многолетняя динамика, скорость уменьшения.

Long-term dynamics of radionuclide contamination formation in the industrial ichthyofauna of the Kaniv Reservoir

Skiba V., Prisyazhnyuk N., Volkova O., Belyaev V., Prishlyak S.

The aim of the study is to determine the temporal parameters of the long-lived radionuclides specific activity decrease in the commercial fish species of the Kaniv Reservoir for the period 1987–2021.

Rutilus rutilus, *Scardinius erythrophthalmus*, *Blissa bjoerkna*, *Abramis brama*, *Pelecus cultratus* (peaceful species) and *Esox lucius*, *Stizostedion lucioperca* (carnivorous species) were selected in the middle and lower parts of the reservoir in January 2021 to determine the current levels of radioactive contamination in the representatives of the commercial ichthyofauna of the Kaniv Reservoir. The specific activity of ^{90}Sr and ^{137}Cs was determined in the entire body of fish by conventional radiochemical and gamma-spectrometric methods. The analysis of the dynamic characteristics of the radionuclides content in the representatives of the reservoir ichthyofauna was carried out on the basis of the results of studies of ^{90}Sr and ^{137}Cs content in fish during 1987–2012 and their specific activity in the body in 2021.

In 2021, the average specific activity of ^{90}Sr in fish was 0.6–1.6 Bq/kg, ^{137}Cs – 2.4–13.2 Bq/kg. According to the results of previous studies, the average specific content of ^{90}Sr in the fish of the Kaniv Reservoir decreased by approximately

6.5 times - from 60 ± 30 to 9 ± 3 Bq / kg during 1987-1993, and by 2003 it decreased by another 5 times up to 1.8 ± 0.8 Bq / kg and did not exceed the values recorded in freshwater fish in Ukraine before the Chernobyl accident in 1979–1985. Consequently, during the period of 2003–2021 the levels of ^{90}Sr content in fish from the Kaniv Reservoir remained virtually unchanged.

Based on the data on ^{137}Cs accumulation in various feeding types fish in the Kaniv Reservoir, time parameters describing a decrease in the element specific activity were determined. During 1987–2021 the rate of decrease in ^{137}Cs content in peaceful and predatory fish did not differ significantly and amounted to 0.10 ± 0.01 year⁻¹, the period of effective half-decrease was 6.7 ± 0.7 years.

Analysis of long-term data made it possible to distinguish 2 periods during which the specific activity of ^{137}Cs in the fish organism decreased at different rates. In

1987-2004, ^{137}Cs content levels in peaceful fish decreased from 70 ± 22 to 6.1 ± 2.2 Bq/kg, in carnivorous species - from 202 ± 41 to 19.8 ± 7.6 Bq / kg, i.e. approximately by 10–11 times, which corresponds to a half-decrease of about 6 years. In 2004–2021 the element content in peaceful fish decreased to 2.9 ± 0.7 Bq/kg, in predatory fish - to 7.3 ± 4.1 Bq/kg, that is, by another 2–3 times, which corresponds to a half-decrease of 12 ± 3 years. Thus, it was found that the rate of decrease in ^{137}Cs specific activity in fish slows down over time.

The obtained parameters will make it possible to predict with a high degree of accuracy the dynamics of the radionuclide contamination formation in ichthyofauna in the event of artificial radionuclides entering aquatic ecosystems as a result of emergency situations.

Key words: Kaniv Reservoir, fish, radionuclides, long-term dynamics, rate of decrease.



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



Скиба В.В.
Присяжнюк Н.М.
Волкова О.М.
Беляєв В.В.
Пришляк С.П.

ID <https://orcid.org/0000-0002-3605-1147>
ID <https://orcid.org/0000-0002-4737-0143>
ID <https://orcid.org/0000-0002-5868-4842>
ID <https://orcid.org/0000-0003-4465-7816>
ID <https://orcid.org/0000-0002-3838-3073>

ЕКОЛОГІЯ

УДК 57.014

Токсичність, біотрансформація та біоаккумуляція наночастинок срібла в лабораторних умовах та водних екосистемах

Веред П.І. , Бітюцький В.С. , Харчишин В.М. , Злочевський М.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Веред П.І. E-mail: vered.petro@ukr.net



Веред П.І., Бітюцький В.С., Харчишин В.М., Злочевський М.В. Токсичність, біотрансформація та біоаккумуляція наночастинок срібла в лабораторних умовах та водних екосистемах. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 116–129.

Vered P.I., Bitjuc'kyj V.S., Harchyshyn V.M., Zlochevs'kyj M.V. Toksychnist', biotransformacija ta bioakumuljacija nanochastynok sribla v laboratornyh umovah ta vodnyh ekosystemah. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytstva i pererobky produkciï tvarynnytstva», 2021. № 1. PP. 116–129.

Рукопис отримано: 31.03.2021 р.

Прийнято: 14.04.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-116-129

Узагальнено дослідження світової наукової літератури щодо долі та оцінки ризиків впливу наночастинок срібла (НЧА_g) як на рівні екосистеми, так і організму, а також у лабораторних умовах. Підкреслено, що токсичний ефект наночастинок срібла, механізми та способи дії НЧА_g на організм гідробіонтів було достатньо вивчено у лабораторній практиці. Однак існують деякі прогалини та розбіжності між результатами лабораторних досліджень та вивченням реальних екологічних наслідків, а такі суперечності заважають розробленню ефективних заходів для досягнення екологічного благополуччя.

Для того, щоб подолати такі прогалини, огляд узагальнює умови навколишнього природного середовища та фізико-хімічні властивості НЧА_g, які впливають на суперечливі висновки між лабораторними та реальними екологічними дослідженнями у природних умовах.

Підкреслено, що сучасні наукові дослідження щодо вивчення способів надходження, трансформації та біоаккумуляції наночастинок срібла у природних водних екосистемах роблять акцент на здатності таких наночастинок проникати через непошкоджені фізіологічні бар'єри, що є вкрай небезпечним.

Доведено, що наночастинок срібла мають токсичний вплив на мікроорганізми, макрофіти та гідробіонти. Токсична дія НЧА_g охоплює майже цілі водні екосистеми.

Проаналізовано дослідження ряду авторів щодо чинників, які впливають на рухливість, біодоступність, токсичність та екологічну долю наночастинок Ag, для оцінювання екологічного ризику.

Окрім того, в огляді системно розглянуто різні токсичні ефекти впливу наночастинок срібла у природному середовищі та порівняно ці ефекти з отриманими результатами у лабораторній практиці, що є корисним для оцінювання екологічних наслідків впливу таких сполук. Детально описано небезпечний хронічний вплив НЧА_g з низькими концентраціями (мкг/л) на природні водні екосистеми впродовж тривалого часу (від місяців до кількох років). Крім того, підкреслено перспективи майбутніх досліджень токсичності НЧА_g у природних прісноводних середовищах.

Ключові слова: наночастинок срібла (НЧА_g), екосистема, лабораторні умови, токсичність, гідробіонти, екологічні чинники.

Постановка проблеми. Останнім часом нанотехнології набувають поширення завдяки унікальним фізичним властивостям своєї продукції—наночастинок металів та неметалів, яким притаманна підвищена реакційна здатність та ефективність через вище співвідношення поверхні до об'єму порівняно з об'ємними аналогами [1]. Наночастинок мають здатність проникати через непошкоджені фізіологічні бар'єри, опосередковують різні молекулярні мішені в

клітині та впливають на редокс-чутливу сигнальну систему Keap1 / Nrf2 / ARE фундаментального способу, що має вирішальне значення для підтримання клітинного редокс-гомеостазу в стресових, канцерогенних та проапоптотичних умовах [2]. Наночастинок срібла (НЧА_g) широко застосовують у повсякденному житті. На комерційному ринку існує більш як 244 споживчі товари, що містять НЧ, зокрема косметичні засоби, фарби, тканини та харчові добавки [1].

Наночастинки срібла (нано-Ag) є альтернативною антибіотикам добавкою до раціону різних тварин з метою підтримання здоров'я, мають властивості антибактеріальних засобів та використовуються у годівлі тварин та птиці [3, 4].

Наночастинки срібла (НЧАг) надходять у прісне водне середовище через навмисне або ненавмисне скидання їх у водойми. У разі потрапляння у водне середовище НЧАг можуть спричинити значний екотоксичний ефект. Завдяки потужним антибактеріальним властивостям цих матеріалів гідробіонти, а також людина можуть зазнавати серйозних загроз від таких сполук.

Токсикологічні дослідження довели, що НЧАг мають токсичний вплив на бактерії, водорості, безхребетних (таких як *Daphniamagna*) тощо. Хоча такі дослідження зазвичай зосереджуються на вивченні токсичної дії НЧАг на окремі організми, вибрані об'єкти мають ніші, які охоплюють майже цілі водні екосистеми. Токсичні механізми дії НЧАг включають проникнення у клітини та індукування утворення активних форм кисню, спричиняють збільшення проникності клітинних мембран та пошкодження ДНК [5 – 8].

З метою розроблення регуляторних оцінок ризиків, що завдають наночастинки срібла гідробіонтам, лабораторні дослідження надають корисну та важливу токсикологічну інформацію для розуміння токсичних ефектів, механізмів, способів дії та потенційних ризиків для здоров'я.

Однак ці результати важко екстраполювати на природні водні екосистеми, а також немає достатньої інформації щодо різниці результатів між лабораторними та екологічними дослідженнями у природних екосистемах.

Ці прогалини знань є обґрунтованими і їх можна пояснити наступним чином:

1. Лабораторні умови, що застосовують для вивчення НЧАг, відрізняються від умов реального прісноводного середовища. Екологічні чинники, що впливають на долю і токсичність НЧАг, спрощують та вивчають індивідуально у лабораторних умовах, однак є складними та взаємопов'язаними у водних екосистемах.

Крім того, культуральні середовища та надчисту воду (або подвійно дистильовану воду) широко використовують у лабораторних дослідженнях, тому результати важко екстраполювати на реальне водне середовище.

2. Висококонцентровані (мг/л), щойно синтезовані та виготовлені НЧАг, зазвичай застосовують у лабораторних дослідженнях. Токсикологічні дані НЧАг, такі як EC_{50} (Half

maximal effective concentration) половина максимальної ефективної концентрації (EC_{50}), NOEC (noobserved effect concentration), за концентрації якої не спостерігається ефект, та LOEC (lowest observed effect concentration), за найнижчої концентрації якої спостерігається ефект, визначаються за використання високих концентрацій щойно синтезованих та виготовлених НЧАг у лабораторії відповідно до нормативних вимог [9, 10].

Тимчасом менш концентровані (нг/л), вікові та екологічно трансформовані НЧАг зазвичай існують у природних водних екосистемах.

3. Результати лабораторних досліджень демонструють лише часткову перспективу впливу наночастинок срібла на екосистеми у природних умовах. Дослідження в лабораторії зазвичай застосовують до одного або двох організмів, і тривають вони від годин до кількох днів, причому мало досліджень охоплює період місяців або років; водночас НЧАг зберігаються від місяців до років у природних умовах і впливають на всю екосистему.

4. Обмеження методів виявлення заважає дослідженню концентрації та токсичності інженерних наночастинок (наприклад, НЧАг) у природних екосистемах [11].

Огляд детально описує прогалини у знаннях і досить суперечливі та неоднозначні висновки між лабораторними та реальними екологічними дослідженнями НЧАг з метою екстраполяції результатів лабораторних досліджень на природні водні екосистеми.

Розуміння цих прогалин і суперечливих висновків допоможе краще оцінити стан навколишнього природного середовища. Крім того, наголошується, що концентрацію та токсичність НЧАг слід визначати в реальній природній екосистемі, що охоплює тривалий період досліджень.

Метою огляду є аналіз сучасних результатів досліджень щодо вивчення чинників, що впливають на долю та токсичність наночастинок срібла у водному середовищі в штучних та природних умовах.

Фізико-хімічні властивості, пов'язані з різною долею та токсичністю НЧАг

Фізико-хімічні властивості наночастинок Ag, включаючи їх розмір, поверхневе покриття та «вік», є основними чинниками, які впливають на їх долю та токсичність, що вивчають у лабораторних і реальних дослідженнях навколишнього природного середовища.

Різні концентрації НЧАг у лабораторних та природних середовищах

Частково розбіжності досліджень можна пояснити тим, що концентрації нано-Ag у при-

родних поверхневих водах значно нижчі, ніж ті, що застосовують у лабораторних експериментах. Токсична концентрація є одним з найважливіших параметрів для розуміння вмісту та токсичності AgNCH . Прогнозовані екологічні концентрації нано-Ag у поверхневих водах коливаються від 0,1 до 619 нг/л [12–15], що вище за виявлені у природній поверхневій воді. Нещодавнє дослідження виявило концентрацію нано-Ag у поверхневих водах в Нідерландах, яка коливалась від 0,3 до 2,5 нг/л [16]. Концентрації NCHAg менше 12 нг/л були виявлені у стічних водах Німеччини [17]. Високі концентрації NCHAg , що охоплюють декілька форм, досягали 10 мг/лу лабораторних умов. Концентрації, що визначали в озерній воді, досягали 475 мкг/л Ag. Згідно з лабораторними результатами, концентрація впливає на стабільність і властивості NCHAg , такі як розчинення, агрегація та сульфидування. Наприклад, за високих концентрацій NCHAg зазвичай утворюють гомоагрегати, які осідають [18, 19] і мають меншу швидкість і ступінь розчинення та сульфидування [20, 21], що змінює токсичну дію NCHAg . Натомість NCHAg є досить стабільними і можуть тривалий час залишатися у природному середовищі [22]. Ці результати досліджень свідчать про те, що NCHAg є ризиком для екосистем за низької концентрації (нг/л) та тривалого впливу (від місяців до років).

Різні розміри і форми частинок NCHAg у лабораторних та природних середовищах

Розміри частинок комерційних та синтезованих NCHAg становлять від декількох нанометрів до декількох сотень нанометрів. У природних середовищах вони мають вузький діапазон розмірів частинок (від 14 до 38 нм), із середнім розміром частинок 15 нм [16]. Лабораторні дані свідчать про те, що NCHAg з малими розмірами мають більш виражену токсичність для гідробіонтів, що пов'язано з йонами, спричиненою їх високою швидкістю та ступенем розчинення [23–25]. Отже, NCHAg спричиняють вищу токсичність у природних екосистемах, ніж у лабораторних. Однак результати досліджень у природних середовищах доводять меншу токсичність NCHAg [26, 27], що підкреслює важливість досліджень у природних середовищах.

Різні за формою NCHAg можуть спричиняти різну токсичність для водних організмів. Різні форми наноматеріалів Ag (NCHAg), такі як наночастинки Ag, наностержні Ag, наносфери Ag, нанопластилини Ag та нанотрубки Ag [18, 28–30], використовували у лабораторних дослідженнях, оскільки вони є у продажу. Зазвичай зміню морфологію наноматеріалів

Ag виявляють у природних середовищах після тривалого їх перебування. Окрім того, колоїди нано-Ag широко виявляють у природних умовах. Отже, різні вияви долі та токсичності можуть бути частково зумовлені різними формами Ag наноматеріалів (AgNM). Швидкість і ступінь окисного розчинення NCHAg суттєво пов'язані з їх формою через дефекти поверхні наночастинок. З погляду токсичності, пов'язаної з йонами Ag, це явище призводить до різної кількості виділеного Ag^+ та йонної токсичності у воді [31]. З погляду токсичності, пов'язаної з частинками Ag, Ag NM з різною формою спричиняють неоднакову екотоксичність [30], наприклад, NCHAg були більш шкідливими для ембріонів даніо, ніж наносфери Ag [32]. Ag NM з різною формою містять різну кількість реактивних атомів Ag на поверхні Н відповідно до ефекту Гіббса–Томсона. Ці Ag NM відрізняються за пошкодженням клітин організмів та проникненням у клітини, а отже, потенційним небезпечним впливом усередині організмів.

Різні поверхневі покриття NCHAg у лабораторних та реалістичних середовищах

Поверхневі покриття є додатковою причиною розбіжностей у результатах досліджень. Комерційно існує кілька поверхневих покриттів, що використовують для підтримання стабільності NCHAg . Полівінілпіролідон (PVP) та цитратне покриття широко застосовують, отже, доцільно використовувати такі покриття для лабораторних досліджень. Встановлено, що NCH PVP-Ag (полівінілпіролідон Ag) є більш схильними до виділення Ag^+ , ніж NCH Cit-Ag (цитрат Ag) [23, 33]. Це зумовлено тим, що Ag^+ може зв'язуватися з карбоновими групами, в результаті чого Ag^+ зберігається, а цитрат може діяти як відновник, що перешкоджає поверхневому окисненню NCHAg . Ці поверхневі покриття сильно впливали на стабільність NCHAg у порядку $\text{NCH PVP-Ag} > \text{NCH Cit-Ag} > \text{NCH Lip-Ag}$. Крім того, виявлено, що NCH з покриттям PVP є стабільнішими, ніж NCH з покриттям цитрату в розчинах NaCl (значення ССС 111,5 проти 47,6 мМ відповідно) та CaCl_2 (значення ССС 4,9 проти 2,1 мМ відповідно) через статичні відштовхування від великих незаряджених полімерів [34]. Доведено, що токсичність NCH Cit-Ag вища, ніж токсичність NCH PVP-Ag для фітопланктону та деяких видів зоопланктону в лабораторії [35]. Отже, агрегаційна поведінка NCH більше пов'язана з матеріалом поверхневого покриття, ніж розмір частинок. Згодом токсичність NCHAg визначається розміром NCHAg в модельному середовищі або у природній водній екосистемі, а не номінальним розміром частинок. Повідомляється про

незначні відмінності в токсичності НЧ PVP-Ag та НЧ Cit-Ag для природних бактеріальних спільнот [26]. Однак наразі жодні дослідження не повідомляють про те, що НЧAg, покриті полівінілпіролідом або цитратом, були виявлені у природних середовищах, що свідчить про те, що ці покриття не є стабільними в реальних умовах. Дійсно, стабілізуючі агенти оболонки НЧAg можуть бути витіснені природними органічними речовинами (ПОР), що впливає на їх екологічну рухливість [36]. Однак порівняно з НЧ без оболонки покриті НЧAg виділяють менше вільного Ag^+ , отже, їх токсичність переважно пов'язана з частинками Ag.

Різний «вік» НЧAg у лабораторних та природних умовах

«Вік» – це ще одна особливість НЧAg, яка впливає на розбіжності у результатах лабораторних та природних досліджень. Важливою відмінністю є те, що NPAg «старіють», коли досягають природного середовища. Вважається, що вікові наночастинки Ag не спричиняють набагато більшої токсичності йонів для організмів, ніж свіжоприготовані НЧAg [37]. У лабораторії для уникнення експериментальної помилки використовують нещодавно підготовлені або синтезовані НЧAg, що зумовлює цю невідповідність. Таке використання є прийнятним у лабораторних дослідженнях, оскільки окиснення є найважливішим процесом первинного перетворення для НЧ у воді (за винятком прямого способу сульфидування) [38]. Окиснення є обмежувальним швидкістю кроком, що контролює динамічну рівновагу між Ag НЧ і Ag^+ [38], що змінює кількість та токсичність НЧAg. Отже, окисне розчинення НЧAg та Ag^+ , що виділяють-

ся з поверхні НЧAg, зазвичай проводять вчені для розуміння долі та токсичності НЧAg.

Токсичний вплив НЧAg на екосистеми походить від їх екологічно трансформованих видів [39], а не вихідних НЧAg. Новоутворені (вторинні) види можливі у природному середовищі [40, 41]. Під час процесів росту та / або синтезу змінюються форма та розмір нових НЧAg [42, 43]. Як зазначалося раніше, було виявлено невеликі розміри та різні морфології НЧ [38]. Ці особливості у долі та токсичності НЧAg є широко обговорюваними. Порівнюючи із виготовленими у виробництві НЧAg, будь-які зміни у характеристиках НЧAg змінюють їх властивості та токсичність у природних умовах.

Отже, фізико-хімічні властивості взаємопов'язані і демонструють спільний вплив на долю та токсичність НЧAg у природних середовищах (рис. 1). Зрозуміло, лабораторні дослідження, що враховують одну або дві характеристики, можуть дати лише частковий погляд на властивості та токсичність НЧAg у водних екосистемах. Отже, співвідношення між критичними фізико-хімічними властивостями НЧAg слід враховувати під час визначення токсичності НЧAg в реальних умовах.

Умови навколишнього середовища спричиняють різні властивості та токсичність НЧAg

Обговорювані екологічні умови сформовано на основі чинників навколишнього середовища та середовищ для випробувань, які критично впливають на властивості та токсичність НЧAg (рис. 1). Ці чинники навколишнього середовища, включаючи рН, розчинений кисень (PO_2), сонячне світло, температуру та природні

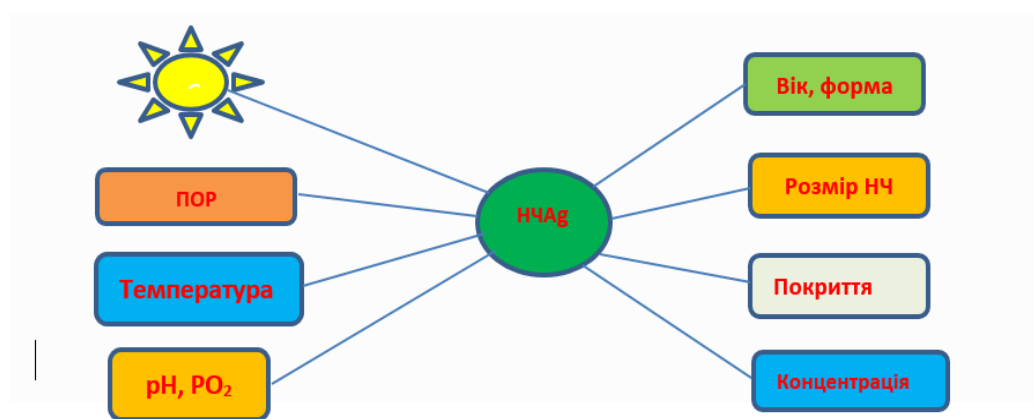


Рис. 1. Перехресна кореляція умов навколишнього середовища (ліва частина) та фізико-хімічних властивостей (права частина), що впливають на властивості та токсичність НЧAg у природному середовищі: рН, розчинений кисень (PO_2), сонячне світло, температура та природні органічні речовини (ПОР), вік і форма, розмір наночастинок, поверхнєве покриття, концентрація НЧ (адаптовано з Zhang, W., 2019).

органічні речовини (ПОР), широко досліджують у лабораторних та реалістичних середовищах. Однак спостережувані результати різноманітні.

pH та розчинений кисень (PO_2) впливають на властивості та токсичність Ag NP

На думку Domingo et al. [44], токсичність НЧАг залежить не лише від виділення йонів, оскільки у фотосинтезуючих організмах йони Ag^+ та НЧАг спричиняли подібні ефекти, хоча йони Ag^+ часто були активними за менших концентрацій. Можливо, не можна виключати перетворення НЧАг-G, переважно завдяки розчиненню у воді хімічним речовинам. За даними літератури, агрегація НЧ у воді залежить від різних параметрів, таких як pH або поверхневий заряд задіяних наночастинок та конкретний тип органічної речовини або інших природних частинок, присутніх у прісних водоймах [45].

У водних середовищах розчинений у воді кисень окиснює поверхню НЧАг, спричиняючи вивільнення йонів Ag^+ [46], визнаного одним із найбільш фітотоксичних йонів металів [47] за катіонними властивостями та здатністю асоціюватися з різноманітними лігандами, присутніми в природних водах.

Доведено високу токсичність йонів Ag^+ для водорості *Chlamydomonas reinhardtii* [5]. Тимчасом Turner et al. [48] повідомляють, що НЧАг є лише опосередковано токсичними для морських водоростей *Ulva lactuca* через розчинення йонів Ag^+ у морській воді. Однак токсичність НЧАг обумовлена нанорозмірною структурою, або тим, що виділені йони срібла досі залишаються предметом дискусій, і результати залежать переважно від особливості розглянутих НЧАг.

Відомо, що pH та PO_2 впливають на окисне розчинення та окиссульфування НЧ у воді. З погляду окисного розчинення, дані лабораторних досліджень свідчать про те, що кислотні умови та агенти окиснення сприяють розчиненню НЧ [18]. Дійсно, не було виявлено Ag^+ , коли НЧАг знаходились у неокислих водних умовах, і небезпечний ефект був спричинений лише токсичністю, пов'язаною з частинками [49]. Термодинамічні дослідження довели, що НЧАг зазвичай повністю розчиняються в середовищах з окисною водою [18]. Однак дані лабораторних досліджень свідчать про те, що НЧАг не повністю розчиняються [19], навіть у кислих умовах (pH = 2) [50]. Подібно цьому в озерах було виявлено НЧАг [16], що вказує на те, що вони не розчиняються повністю у природних умовах. Примітно, що розчинений кисень як у товщі води, так і в поверхневому оса-

ді (0–5 мм) можуть споживати НЧАг [51], отже окиснення є важливим процесом перетворення НЧАг в природному середовищі. Наявність НЧАг, імовірно, споживатиме розчинений кисень і дещо змінить природні окисно-відновні умови. У разі зниження умов розчинення НЧАг буде повністю утруднено, якщо розчинний кисень не можна доповнити [49].

З погляду окиссульфування, PO_2 керує способами сульфидування НЧ. Запропоновано прямі та непрямі способи сульфідзації НЧАг [38]. Прямим способом сульфидування азоту НЧ відбувається за високих концентрацій сульфиду в анаеробних середовищах. Теоретично, PO_2 не є обов'язковим для прямого сульфидування. Однак PO_2 має важливе значення у механізмі прямого сульфидування, хоча і без процесу окисного розчинення. Отже, сульфідация НЧ прямим способом відбувається переважно на дні товщі води або осаду.

Навпаки, непрямий механізм сульфидування відбувається за низьких концентрацій сульфиду: НЧАг спочатку окиснюються PO_2 (етап визначення швидкості), а потім виділяється Ag^+ , що випадає в осад сульфідом (HS , H_2S ; швидкий крок). Сульфідация НЧАг можлива в аеробних умовах ZnS або CuS у товщі поверхневої води [52]. Лабораторні дослідження практично представляють модель сульфидування азоту у природних середовищах.

Наприклад, швидкість і ступінь сульфидування дуже повільні в мезокосмах, що проявляється неповним перетворенням НЧАг Ag_2S через 18 місяців (ступінь сульфидування становить приблизно 60 %) [53]. Однак під час лабораторних досліджень виявлено, що швидкість сульфидування НЧ є коливальною, від хвилин до діб [52, 54]. Наприклад, періоди напіввиведення сульфідзації $\text{NP}Ag$ (20–200 нм) коливались від 1 до 12 хв у присутності 1000 мг L^{-1} гумінової кислоти (НА) [21]. Різні результати, отримані в лабораторних та природних середовищах, можна пояснити різними джерелами сульфиду (Na_2S проти HS^- , H_2S , ZnS та CuS); розміром частинок (20–200 проти приблизно 15 нм) та концентрацією застосовуваних AgNP (мг L^{-1} проти $\mu\text{g L}^{-1}$ або ng L^{-1}); концентрацією ПОР (1000 проти 5–10 мг L^{-1}) та окисно-відновними умовами (аеробні проти анаеробних) [16, 54]. Хоча процес сульфидування вважається природним антидотом, утворений Ag_2S з низькою розчинністю ($K_{\text{sp}} = 6 \times 10^{-51}$) спричиняв нижчу токсичність, ніж НЧАг [55], тимчасом Ag_2S залишався біодоступним для водних бактерій і рослин [56, 57].

PO_2 також може впливати на агрегацію НЧАг, доводячи, що швидкість агрегації

НЧАг є набагато швидшою (наприклад, у 3–8 разів, що корелюється з розміром частинок) у присутності PO_2 , ніж за його відсутності [58]. Запропоновано поверхнєве окиснення та сорбцію Ag^+ на поверхні НЧАг, щоб сприяти швидкості агрегації НЧАг у присутності PO_2 .

Природні органічні речовини (ПОР) та сонячне світло впливають на властивості та токсичність НЧАг

ПОР та сонячне світло також можуть впливати на властивості та токсичність НЧАг. Зазвичай ПОР може стабілізувати НЧ у водній фазі, блокуючи окисні ділянки та адсорбуючись до поверхні НЧ [18]. ПОР знижує токсичність НЧАг трьома способами: захищаючи організми від НЧАг, знешкоджуючи вільні радикали та комбінуючи з вільним Ag^+ . Примітно, що ПОР, можливо, посилює нанотоксичність, сприяючи накопиченню частинок Ag або йонів Ag в організмах [59]. Сонячне світло мало подвійні ефекти, збільшуючи і зменшуючи розчинення НЧ у лабораторних дослідженнях [60], впливаючи на вивільнення Ag^+ , розмір частинок та агрегацію НЧАг. Сонячне світло також може сприяти новому (вторинному) утворенню НЧАг у воді, що містить ПОР [41]. Дійсно, токсикологічні дані довели динамічні перетворення НЧАг зі світлом [61], що призводить до підвищеного окиснення та відновлення. Ці лабораторні дані підтверджують природне явище НЧАг; тобто на НЧАг припадає понад 90 % загального срібла в поверхневій товщі води [22]. Ця частка зменшується мірою осідання НЧАг на дно товщі води, що, можливо, зумовлено відсутністю сонячного світла. Відповідно, токсичний вплив НЧАг на водні організми у водній фазі відбувається залежно від видів частинок Ag .

Сезонний вплив на властивості та токсичність НЧАг

На НЧАг у природному водному середовищі також впливає сезон. Води частинок Ag переважно залишаються у верхній частині товщі води в зимовий сезон: фракція НЧАг становить 98 % видів Ag у поверхневих водах через 28 діб [22]. Результати лабораторних досліджень частково підтверджують і в природному середовищі – низька температура пригнічує розчинення НЧ, однак НЧАг може залишатися у природній фазі води як види Ag [62], з періодом напіввиведення понад 28 діб [22]. Примітно, що в зимовий сезон цикли заморожування–відтавання або заморожування можуть зменшити вивільнення Ag^+ та прискорення відновлення Ag^+ до НЧАг щодо норм за нормальної температури (4 і 25° C). За лабораторними даними високотемпературні умови

можуть поліпшити розчинення НЧАг та відповідно збільшити токсичність, пов'язану з йонами [18].

Отже, сезон може суттєво вплинути на рухливість, біодоступність, токсичність та «екологічну долю» наночастинок Ag , і його слід враховувати під час оцінювання екологічного ризику.

Культуральне середовище, що впливає на властивості та токсичність НЧАг

Відомо, що токсичність може залежати від вивільнення Ag^+ з наночастинок, отже, стабільність НЧАг у культуральному середовищі оцінювали впродовж 10 діб з погляду вивільнення Ag^+ атомним методом спектроскопією поглинання.

НЧАг з часом набували стабільності у культуральному середовищі. Ступінь розчинення, виражений у відсотках від загальної кількості Ag^+ , коливається від 1 до 5 % упродовж 1 та 10 діб відповідно. Оскільки обмеження β -D-глюкози забезпечує дуже низьке розчинення Ag^+ з AgNP , і втрати глюкози не спостерігалося, токсичність зумовлена лише наночастинками [46].

Окрім чинників навколишнього середовища, тест-середовище є ще одним ключовим чинником, що зумовлює розбіжності. Вплив компонентів середовища на долю та токсичність наноматеріалів було підкреслено в лабораторних дослідженнях [32, 63]. Різні тестові середовища призвели до неоднакових значень LC_{50} у прісноводних равликів *Physa acuta* [63]. Наночастинки Ag зазвичай розчиняються в прісноводних культуральних середовищах, і виявлені токсичні ефекти переважно обумовлені токсичністю, пов'язаною з йонами.

Примітно, що середовище М4 і поверхневі озерні води впливають на токсичність цитрат- AgNP для *Daphniamagna* [64]. Аналіз як гострої, так і хронічної токсичності довів важливість випробовуваного середовища, адже цитрат- AgNP мають менший шкідливий вплив на *Daphniamagna* у поверхневій озерній воді, ніж у середовищі М4. Ag^+ не домінував у виявленій гострій та хронічній токсичності. Очікувалося, що застосовувані НЧ-цитрат- Ag агрегуюватимуться у середовищі М4, однак розподілятимуться у поверхневій озерній воді відповідно до значень критичної концентрації коагуляції (ККК). Повідомляється, що агреговані НЧАг розміром, подібним до розміру їжі, легше засвоюються *Daphniamagna*, ніж неагреговані НЧ [65], що свідчить про важливість токсичності, пов'язаної з частинками.

Отже, ці дані можуть бути частково застосовані для екстраполяції та управління оціню-

ванням екологічного ризику НЧ. Механізм перетворення НЧА_g у агрегати НЧА_g, Ag⁺, Ag₂S та AgCl у природній воді майже такий самий, як у лабораторії. Однак швидкість і ступінь цих перетворень різняться в природних водах. Токсичність НЧА_g є динамічною і суттєво корелює з токсичністю, пов'язаною з йонами Ag та / або частинками. У присутності природних лігандів (наприклад, HS⁻, S²⁻, Cl⁻, PO₄³⁻) НЧА_g мають тенденцію трансформації до AgCl та Ag₂S як основний вид в осаді.

Отже, токсичність НЧА_g переважно полягає у вільних Ag⁺ або / та НЧА_g у водній фазі впродовж перших кількох тижнів, після цього токсичність зміститься на осад і буде спричинена здебільшого Ag₂S, залишковими НЧА_g та Ag⁺.

НЧА_g у водній фазі та організмі

Окрім занурення в осад, НЧА_g залишаються у товщі води та / або адсорбуються або накопичуються фітопланктоном та зоопланктоном. НЧА_g у природних товщах води є більш стабільними, ніж у лабораторії, що зумовлено концентрацією НЧА_g, яка становила понад 90 % від загальної кількості Ag за перші 24 години, і приблизно 50 % на 28 добу [22].

НЧА_g можуть накопичуватися на різних рівнях організмів та піддаватися трофічному переносу у харчових ланцюгах, що має ризик для здоров'я людини. Бактеріопланктон, фітопланктон та зоопланктон, розташовані поблизу дна, мають накопичувати більший уміст Ag та мати вищу токсичність, ніж у товщі води.

Водна рослина *Hydrillaverticillata* містила Ag приблизно в 5–6 разів більше, ніж у верхньому шарі донних відкладів, та в 6000 разів більше, ніж у товщі води [66]. Крім того, дослідження довело, що кількість Ag в *Radixspp.* (донний вид) була у шість разів більшою, ніж у *Gambusiaaffinis* (поверхневий вид).

Аналогічну тенденцію було виявлено у водного бактеріопланктону та тварин. Наприклад, Ag накопичується в бактеріопланктоні та фітопланктоні. Ці фітопланктони також можуть потенційно переносити Ag в зоопланктон [27]. *Daphniamagna*, типовий зоопланктон, широко використовували для доведення важливості трофічних способів у накопиченні срібла [67, 68].

Приклад накопичення у зообентосі срібла внаслідок трофічного поглинання можна знайти у дослідженні, в якому концентрацію срібла у равликів, імовірно, було отримано завдяки трофічному надходженню біоплівки, а не адсорбції тканин з товщі води; коефіцієнти біоконцентрації креветок за водного способу були

дуже низькими, коливаючись від 0 до 3,1, тимчасом коефіцієнти трофічного переносу креветок за дієтичного способу коливались від 7 до 420 [69].

Отже, вплив наночастинок срібла на природні екосистеми, імовірно, зумовлений чинниками перехресної кореляції та способами поглинання. Срібло також може накопичуватися бактеріопланктоном, фітопланктоном, зоопланктоном та тваринами водним та / або аліментарним способом. Ці результати підкреслюють ризик для екосистеми, який мають НЧА_g, що можуть передаватися через цілі харчові ланцюги, а зрештою, НЧА_g мають потенційну загрозу здоров'ю людей.

Негативний вплив у діапазоні різних концентрацій НЧА_g

Встановлено [72], що наносрібло має майже однаковий негативний вплив у діапазоні концентрації від 1 до 100 мг/л незалежно від вибору тест-об'єкта (віруси, бактерії, мікрободорослі, гриби, клітини тварин та людини). Цей ефект, імовірно, пов'язаний з їх здатністю легко утворювати йони срібла [73]. Наночастинки та їх йони активують сигнальні шляхи клітини, проникають через клітинну стінку та мембрану, змінюють проникливість останніх, пошкоджують мембранні білки, нуклеїнові кислоти та ферменти, ініціюючи утворення в клітині АФК [74].

Тип покриття поверхні наночастинок значно впливає на їх фізико-хімічні властивості, а також на токсичність для гідробіонтів [75]. Незважаючи на те, що існують дослідження впливу наночастинок з покриттям, необхідні подальші дослідження через додавання нових матеріалів для покриття, різні погляди на ефекти покриттів та захист місцевих прісноводних видів.

Гостра токсичність для дафнії *Daphnia Magna* (48 годин, ЕК₅₀ у мг / л) виражається як середня ефективна концентрація (ЕК₅₀) для іммобілізації. Це концентрація у воді, яка знерухомлює 50 % дафнії у досліджуваній партії впродовж безперервного періоду впливу, який зазвичай становить 48 годин.

Залежно від типу стабілізуючого покриття AgНЧ гостра токсичність (ЕК₅₀) для дафнії (*Daphnia Magna*) становить за наступних концентрацій: додецілбензолсульфонат натрію – 1,1 мкг/л; полівінілпіролідон – 2,0 мкг/л; лактатне покриття – 28,7 мкг/л [76]; поліетиленімін – 0,41 мкг/л; цитрат – 2,88 мкг/л; полівінілпіролідон – 4,79 мкг/л [75]; гуміарабік – 2,14–3,48 мкг/л; поліетиленгліколь – 2,27–13,08 мкг/л; полівінілпіролідон – 14,04–14,81 мкг/л [77, 78].

Висновки. Присутність НЧА_g у природному середовищі може становити загрозу для цілих екосистем та харчових ланцюгів. Ризики для навколишнього природного середовища та здоров'я людини НЧА_g має бути оцінено та розглянуто за допомогою перехресних кореляцій, що поєднують усі чинники природної хімії води, фізико-хімічні властивості НЧА_g, цикли елементів тощо. Завдяки зусиллям вчених існує велика кількість корисних токсикологічних даних про НЧА_g та водні організми, які можуть бути частково застосовані для екстраполяції та визначення екологічних ризиків впливу Ag.

У природних водних середовищах НЧА_g зазвичай співіснують з іншими сполуками, такими як ZnO, TiO₂, CuO НЧ і поліхлоровані біфеніли, а не окремо. Теоретично ці сполуки можуть змінити трансформацію та токсичність НЧА_g. Хоча зміни, спричинені цими сполуками, були доведені в лабораторії, невідомо, що може статися з НЧА_g з цими сполуками у природних водних екосистемах. Наночастинки срібла покриті глюкозою, що забезпечує стабільність з погляду морфології, дисперсії і розчинення (виділення йонів срібла). Вони стабільні в кількох культуральних середовищах, як в експериментах з клітинними лініями людини, так і з клітинами гідробіонтів [70].

Отже, постійне збільшення використання НЧА_g є стабільно небезпечним для водних екосистем, де мікрководорості є ключовими суб'єктами, та дії щодо запобігання / зменшення цієї небезпеки не можна відкладати. Багато критичних моментів доводиться долати у процесі ідентифікації найкращої біологічної моделі для оцінювання ризику через реакцію видів, умови опромінення та хімічну взаємодію середовища та наночастинок.

Для того, щоб усунути недоліки хімічних та фізико-хімічних методів одержання наночастинок, останнім часом інтенсивно розвивають технології зеленого синтезу. Зелений синтез є екологічно чистою альтернативою звичайним методам синтезу. Перевага наноструктур, синтезованих зеленим підходом, полягає в тому, що біоресурси (рослини, мікроорганізми) містять велику різноманітність біомолекул, які покривають поверхню синтезованих НЧ, утворюючи шари покриття, які додатково забезпечують стабільність і біосумісність з зеленими НЧ [71]. Отже, важливо вибрати найкращі наночастинки, які будуть комерціалізуватися відповідно до їх безпеки підбором методів оптимального синтезу.

Умови навколишнього середовища та фізико-хімічні властивості наночастинок (розмір,

морфологія, покриття та інші) впливають на суперечливі висновки між лабораторними та реалістичними екологічними дослідженнями щодо визначення токсичності наночастинок срібла для гідробіонтів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Nanotechnologies and environment: A review of pros and cons/ O.S. Tsekhmistrenko et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. Vol. 10 (3). P. 162–172.
2. Regulation of redox processes in biological systems with the participation of the Keap1/Nrf2/ARE signaling pathway, biogenic selenium nanoparticles as Nrf2 activators/ V. Bityutskii et al. Regul. Mech. Biosyst. 2020. Vol. 11(4). P. 483–493.
3. Використання наночастинок металів та неметалів у птахівництві/ О.С. Цехмістренко та ін. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 2'2019. 2019. С. 113–130.
4. Tsekhmistrenko S. I., Bityutskyy V. S., Tsekhmistrenko O. S. Markers of oxidative stress in the blood of quails under the influence of selenium nanoparticles. In Impact of modernity on science and practice. Abstracts of XVIII International Scientific and Practical Conference. Boston, USA, 2020. P. 177–180.
5. Toxicity of silver nanoparticles to *Chlamydomonas reinhardtii*/ E. Navarro et al. Environ Sci Technol. 2008. Vol. 42. P. 8959–8964.
6. Oukarroum A., Bras S., Perreault F., Popovic R. Inhibitory effects of silver nanoparticles in two green algae, *Chlorella vulgaris* and *Dunaliella tertiolecta*. Ecotoxicol Environ Saf. 2012. Vol. 78. P. 80–85.
7. Toxic interactions of different silver forms with freshwater green algae and cyanobacteria and their effects on mechanistic endpoints and the production of extracellular polymeric substances/ C. Taylor et al. Environ Sci Nano. 2016. Vol. 3. P. 396–408.
8. Evaluation of nanospecific toxicity of zinc oxide, copper oxide, and silver nanoparticles through toxic ratio/ W. Zhang et al. J Nanopart Res. 2016. Vol. 18. 372 p.
9. Burello E. Review of (Q)SAR models for regulatory assessment of nanomaterials risks. NanoImpact. 2017. Vol. 8. P. 48–58.
10. Hartmann N.B., Agerstrand M., Lützhof H.Ch., Baun A. Nano CRED: a transparent framework to assess the regulatory adequacy of ecotoxicity data for nanomaterials—relevance and reliability revisited. NanoImpact. 2017. Vol. 6. P. 81–89.
11. Isotope tracers to study the environmental fate and bioaccumulation of metal-containing engineered nanoparticles: techniques and applications/ Y. Yin et al. Chem Rev. 2017. Vol. 117. P. 4462–4487.
12. Gottschalk F., Sonderer T., Scholz R.W., Nowack B. Modeled environmental concentrations of engineered nanomaterials (TiO₂, ZnO, Ag, CNT, fullerenes) for different regions. Environ Sci Technol. 2009. Vol. 43. P. 9216–9222.
13. Mueller N.C., Nowack B. Exposure modeling of engineered nanoparticles in the environment. Environ Sci Technol. 2008. Vol. 42. P. 4447–4453.
14. Musee N. Simulated environmental risk estimation of engineered nanomaterials: a case of cosmetics in Johannesburg City. Hum Exp Toxicol. 2011. Vol. 30. P. 1181–1195.

15. A review of the properties and processes determining the fate of engineered nanomaterials in the aquatic environment/ W.J.G.M. Peijnenburg et al. *Crit Rev Environ Sci Technol*. 2015. Vol. 45. P. 2084–2134.
16. Detection of nanoparticles in Dutch surface waters/ R.J.B. Peters. *Sci Total Environ*. 2018. Vol. 621. P. 210–218.
17. Li L., Hartmann G., Dobliger M., Schuster M. Quantification of nanoscale silver particles removal and release from municipal wastewater treatment plants in Germany. *Environ Sci Technol*. 2013. Vol. 47. P. 7317–7323.
18. Liu J., Hurt R.H. Ion release kinetics and particle persistence in aqueous nano-silver colloids. *Environ Sci Technol*. 2010. Vol. 44. P. 2169–2175.
19. Martin M.N., Allen A.J., MacCuspie R.I., Hackley V.A. (2014) Dissolution, agglomerate morphology, and stability limits of protein-coated silver nanoparticles. *Langmuir*. 2014. Vol. 30. P. 11442–11452.
20. Sulfidation processes of PVP-coated silver nanoparticles in aqueous solution: impact on dissolution rate/ C. Levard et al. *Environ Sci Technol*. 2011. Vol. 45. P. 5260–5266.
21. Effect of humic acid on the kinetics of silver nanoparticle sulfidation. *Environ Sci Nano*. 2016. 3. P. 203–212.
22. Seasonal variability of natural water chemistry affects the fate and behaviour of silver nanoparticles. *Chemosphere*. 2018. Vol. 191. P. 616–625.
23. Dobias J., Bernier-Latmani R. Silver release from silver nanoparticles in natural waters. *Environ Sci Technol*. 2013. Vol. 47. P. 4140–4146.
24. Sizedependent cytotoxicity of silver nanoparticles in human lung cells: the role of cellular uptake, agglomeration and Ag release/ A.R. Gliga et al. *Part Fibre Toxicol*. 2014. Vol. 11. 11 p.
25. Size-controlled dissolution of organic-coated silver nanoparticles/ R. Ma et al. *Environ Sci Technol*. 2012. Vol. 46. P. 752–759.
26. Effects of silver nanoparticles on bacterioplankton in a boreal lake/ G.C. Blakelock et al. *Freshw Biol*. 2016. Vol. 61. P. 2211–2220.
27. Chronic and pulse exposure effects of silver nanoparticles on natural lake phytoplankton and zooplankton/ J.L. Vincent et al. *Ecotoxicology*. 2017. Vol. 26. P. 502–515.
28. Aiken G.R., Hsu-Kim H., Ryan J.N. Influence of dissolved organic matter on the environmental fate of metals, nanoparticles, and colloids. *Environ Sci Technol*. 2011. Vol. 45. P. 3196–3201.
29. Chae Y., An Y.J. Toxicity and transfer of polyvinylpyrrolidonecoated silver nanowires in an aquatic food chain consisting of algae, water fleas, and zebrafish. *Aquat Toxicol*. 2016. Vol. 173. P. 94–104.
30. Aquatic toxicity comparison of silver nanoparticles and silver nanowires/ E.K. Sohn et al. *Biomed Res Int*. 2015. 12 p.
31. Silver nanoparticles with different size and shape: equal cytotoxicity, but different antibacterial effects/ J. Helmlinger et al. *RSC Adv*. 2016. Vol. 6. P. 18490–18501.
32. Ecotoxicity of different-shaped silver nanoparticles: case of zebrafish embryos/ N.B. Abramenko et al. *J Hazard Mater*. 2018. Vol. 347. P. 89–94.
33. Mechanism of silver nanoparticle toxicity is dependent on dissolved silver and surface coating in *Caenorhabditis elegans*/ X. Yang et al. *Environ Sci Technol*. 2012. Vol. 46. P. 1119–1127.
34. Huynh K.A., Chen K.L. Aggregation kinetics of citrate and polyvinylpyrrolidone coated silver nanoparticles in monovalent and divalent electrolyte solutions. *Environ Sci Technol*. 2011. Vol. 45. P. 5564–5571.
35. Angel B.M., Batley G.E., Jarolimek C.V., Rogers N.J. The impact of size on the fate and toxicity of nanoparticulate silver in aquatic systems. *Chemosphere*. 2013. Vol. 93. P. 359–365.
36. A preliminary assessment of the interactions between the capping agents of silver nanoparticles and environmental organics/ B.L.T. Lau et al. *Colloids Surf Physicochem Eng Asp*. 2013. Vol. 435. P. 22–27.
37. Toxicity of silver nanoparticles increases during storage because of slow dissolution under release of silver ions/ S. Kittler et al. *Chem Mater*. 2010. Vol. 22. P. 4548–4554.
38. Zhang W., Xiao B., Fang T. Chemical transformation of silver nanoparticles in aquatic environments: mechanism, morphology and toxicity. *Chemosphere*. 2018. Vol. 191. P. 324–334.
39. Potential scenarios for nanomaterial release and subsequent alteration in the environment/ B. Nowack et al. *Environ Toxicol Chem*. 2012. Vol. 31. P. 50–59.
40. To what extent can full-scale wastewater treatment plant effluent influence the occurrence of silver-based nanoparticles in surface waters?/ L. Li et al. *Environ Sci Technol*. 2016. Vol. 50. P. 6327–6333.
41. Role of secondary particle formation in the persistence of silver nanoparticles in humic acid containing water under light irradiation/ T. Zhang et al. *Environ Sci Technol*. 2017. Vol. 51. P. 14164–14172.
42. Manoharan V., Ravindran A., Anjali C.H. Mechanistic insights into interaction of humic acid with silver nanoparticles. *Cell Biochem Biophys*. 2014. Vol. 68. P. 127–131.
43. Zou X., Shi J., Zhang H. Morphological evolution and reconstruction of silver nanoparticles in aquatic environments: the roles of natural organic matter and light irradiation. *J Hazard Mater*. 2015. Vol. 292. P. 61–69.
44. Domingo G., Bracale M., Vannini C. Phytotoxicity of silver nanoparticles to aquatic plants, algae, and microorganisms. In *Nanomaterials in Plants, Algae and Microorganisms*/ eds.: K.T. Durgesh, A. Parvaiz, S. Shivesh, K.C. Devendra, K.D. Nawal. Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2019. P. 143–168.
45. Spot the Difference: Engineered and Natural Nanoparticles in the Environment-Release, Behavior and Fate/ S. Wagner et al. *Angew. Chem. Int. Ed*. 2014. Vol. 53. P. 12398–12419.
46. Zhang W., Li Y., Niu J., Chen Y. Photogeneration of reactive oxygen species on uncoated silver, gold, nickel, and silicon nanoparticles and their antibacterial effects. *Langmuir*. 2013. Vol. 29. P. 4647–4651.
47. Tkalec M., Štefanić P.P., Balen B. Phytotoxicity of silver nanoparticles and defence mechanisms. Analysis, Fate, and Toxicity of Engineered Nanomaterials. In *Comprehensive Analytical Chemistry*/ eds.: K.V. Sandeep, K.D. Ashok. Elsevier: Amsterdam, The Netherlands. 2019. Vol. 84. P. 145–148.
48. Turner A., Brice D., Brown M.T. Interactions of silver nanoparticles with the marine macroalga, *Ulvalactuca*. *Ecotoxicology*. 2012. 21. P. 148–154.

49. Negligible particle-specific antibacterial activity of silver nanoparticles/ Z.M. Xiu et al. Nano Lett. 2012. 12. 427 p.
50. Rapid kinetics of size and pHdependent dissolution and aggregation of silver nanoparticles in simulated gastric fluid/ J.L. Axson et al. J Phys Chem C. 2015. Vol. 119. P. 20632–20641.
51. Emerging contaminant or an old toxin in disguise? Silver nanoparticle impacts on ecosystems/ B.P. Colman et al. Environ Sci Technol. 2014. Vol. 48. P. 5229–5236.
52. Sulfidation kinetics of silver nanoparticles reacted with metal sulfides/ B. Thalmann et al. Environ Sci Technol. 2014. Vol. 48. P. 4885–4892.
53. Fate and transformation of silver nanoparticles in urban wastewater systems/ R. Kaegi et al. Water Res. 2013. Vol. 47. P. 3866–3877.
54. Role of sulfide and ligand strength in controlling nanosilver toxicity/ O. Choi et al. Water Res. 2009. Vol. 43. P. 1879–1886.
55. Sulfidation of silver nanowires inside human alveolar epithelial cells: a potential detoxification mechanism/ S. Chen et al. Nanoscale. 2013. Vol. 5. P. 9839–9847.
56. Collin B., Tsyusko O.V., Starnes D.L., Unrine J.M. Effect of natural organic matter on dissolution and toxicity of sulfidized silver nanoparticles to *Caenorhabditis elegans*. Environ Sci Nano. 2016. 3. P. 728–736.
57. Doolette C.L., McLaughlin M.J., Kirby J.K., Navarro D.A. Bioavailability of silver and silver sulfide nanoparticles to lettuce (*Lactuca sativa*): effect of agricultural amendments on plant uptake. J Hazard Mater. 2015. Vol. 300. P. 788–795.
58. Influence of dissolved oxygen on aggregation kinetics of citrate-coated silver nanoparticles/ W. Zhang et al. Environ Pollut. 2011. Vol. 159. P. 3757–3762.
59. Dual impact of dissolved organic matter on cytotoxicity of PVP-Ag NPs to *Escherichia coli*: mitigation and intensification/ W. Zhang et al. Chemosphere. 2019. Vol. 214. P. 754–763.
60. High resolution STEM-EELS study of silver nanoparticles exposed to light and humic substances/ I. Römer et al. Environ Sci Technol. 2016. Vol. 50. P. 2183–2190.
61. Odzak N., Kistler D., Sigg L. Influence of daylight on the fate of silver and zinc oxide nanoparticles in natural aquatic environments. Environ Pollut. 2017. 226. P. 1–11.
62. Long-term transformation and fate of manufactured Ag nanoparticles in a simulated large scale freshwater emergent wetland/ G.V. Lowry et al. Environ Sci Technol. 2012. Vol. 46. P. 7027–7036.
63. Effects of silver nanoparticles on the freshwater snail *Physa acuta*: the role of test media and snails' life cycle stage/ F.G. Sandra et al. Environ Toxicol Chem. 2017. Vol. 36. P. 243–253.
64. Hu Y., Chen X., Yang K., Lin D. Distinct toxicity of silver nanoparticles and silver nitrate to *Daphnia magna* in M4 medium and surface water. Sci Total Environ. 2018. Vol. 618. P. 838–846.
65. Silver nanowire exposure results in internalization and toxicity to *Daphnia magna*/ L.D. Scanlan et al. ACS Nano. 2013. Vol. 7. P. 10681–10694.
66. The effect of chronic silver nanoparticles on aquatic system in microcosms/ H.S. Jiang et al. Environ Pollut. 2017. Vol. 223. P. 395–402.
67. Pokhrel L.R., Dubey B., Scheuerman P.R. Impacts of select organic ligands on the colloidal stability, dissolution dynamics, and toxicity of silver nanoparticles. Environ Sci Technol. 2013. Vol. 47. P. 12877–12885.
68. Bioaccumulation of silver in *Daphnia magna*: waterborne and dietary exposure to nanoparticles and dissolved silver/ F. Ribeiro et al. Sci Total Environ. 2017. Vol. 574. P. 1633–1639.
69. Pilot estuarine mesocosm study on the environmental fate of silver nanomaterials leached from consumer products/ D. Cleveland et al. Sci Total Environ. 2012. Vol. 421–422. P. 267–272.
70. Glucose capped silver nanoparticles induce cell cycle arrest in HeLa cells/ E. Panzarini et al. Toxicol. Vit. 2017. Vol. 41. P. 64–74.
71. Bacterial synthesis of nanoparticles: A green approach/ S. Tsekhmistrenko et al. Biosyst. Divers. 2020. Vol. 28(1). P. 9–17.
72. Toxicity of silver nanoparticles in biological systems: Does the complexity of biological systems matter/ R. Vazquez-Munoz et al. Toxicology Letters. 2017. Vol. 276. P. 11–20.
73. Toxicity of silver ions and differently coated silver nanoparticles in *Allium cepa* roots/ P. Cvjetko et al. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2017. Vol. 137. P. 18–28.
74. McShan D., Ray C., Yu H. Molecular Toxicity Mechanism of Nanosilver. Journal of Food and Drug Analysis. 2014. Vol. 22. № 1. P. 116–127.
75. Particle size, surface charge and concentration dependent ecotoxicity of three organo-coated silver nanoparticles: Comparison between general linear model-predicted and observed toxicity/ T. Silva et al. Science of The Total Environment. 2014. Vol. 468–469. P. 968–976.
76. Zhao C.M., Wang W.X. Importance of surface coatings and soluble silver in silver nanoparticles toxicity to *Daphnia magna*. Nanotoxicology. 2012. Vol. 6(4). P. 361–70. Doi:https://doi.org/10.3109/17435390.2011.579632
77. Silver nanoparticle toxicity to *Daphnia magna* as a function of dissolved silver concentration/ K. M. Newton et al. Environmental Toxicology and Chemistry. 2013. Vol. 32(10). P. 2356–2364.
78. The toxicity of coated silver nanoparticles to *Daphnia carinata* and trophic transfer from *alga Raphidocelis subcapitata*/ S. Lekame et al. Plos one. 2019. Vol. 14(4).

REFERENCES

1. Tsekhmistrenko, O.S., Bityutskyy, V.S., Tsekhmistrenko, S.I., Kharchishin, V.M., Melnichenko, O.M., Rozputnyy, O.I., Malina, V.V., Prysiazniuk, N.M., Melnichenko, Y.O., Vered, P.I., Shulko, O.P., Onyshchenko, L.S. (2020). Nanotechnologies and environment: A review of pros and cons. Ukrainian Journal of Ecology. Vol. 10 (3), pp.162–172.
2. Bityutskii, V., Tsekhmistrenko, S., Tsekhmistrenko, O., Tymoshok, N., Spivak, M. (2020). Regulation of redox processes in biological systems with the participation of the Keap1/Nrf2/ARE signaling pathway, biogenic selenium nanoparticles as Nrf2 activators. Regul. Mech. Biosyst. Vol. 11(4), pp.483–493.
3. Tsekhmistrenko, O.S., Bitutyky, V.S., Tsekhmistrenko, S.I., Melnichenko, O.M., Timoshok, N.O., Spivak, M.Ya. (2019). Use of nanoparticles of metals and non-metals in poultry farming. Technology of production and processing of livestock products, 2'2019. pp.113–130.

4. Tsekhmistrenko, S.I., Bityutskyy, V.S., Tsekhmistrenko, O.S. (2020). Markers of oxidative stress in the blood of quails under the influence of selenium nanoparticles. In Impact of modernity on science and practice. Abstracts of XVIII International Scientific and Practical Conference. Boston, USA, pp. 177–180.
5. Navarro, E., Piccapietra, F., Wagner, B., Marconi, F., Kaegi, R., Odzak, N., Sigg, L., Behra, R. (2008). Toxicity of silver nanoparticles to *Chlamydomonas reinhardtii*. Environ Sci Technol. Vol. 42, pp. 8959–8964.
6. Oukarroum, A., Bras, S., Perreault, F., Popovic, R. (2012). Inhibitory effects of silver nanoparticles in two green algae, *Chlorella vulgaris* and *Dunaliella salina*. Ecotoxicol Environ Saf. Vol. 78, pp. 80–85.
7. Taylor, C., Matzke, M., Kroll, A., Read, D.S., Svendsen, C., Crossley, A. (2016). Toxic interactions of different silver forms with freshwater green algae and cyanobacteria and their effects on mechanistic endpoints and the production of extracellular polymeric substances. Environ Sci Nano. Vol. 3, pp. 396–408.
8. Zhang, W., Liu, X., Bao, S., Xiao, B., Fang, T. (2016). Evaluation of nanospecific toxicity of zinc oxide, copper oxide, and silver nanoparticles through toxic ratio. J Nanopart Res. Vol. 18, 372 p.
9. Burello, E. (2017). Review of (Q)SAR models for regulatory assessment of nanomaterials risks. Nano Impact. Vol. 8, pp. 48–58.
10. Hartmann, N.B., Agerstrand, M., Lützhof, H.Ch., Baun, A. (2017). Nano CRED: a transparent framework to assess the regulatory adequacy of ecotoxicity data for nanomaterials—relevance and reliability revisited. Nano Impact. 6, pp. 81–89.
11. Yin, Y., Tan, Z., Hu, L., Yu, S., Liu, J., Jiang, G. (2017). Isotope tracers to study the environmental fate and bioaccumulation of metal-containing engineered nanoparticles: techniques and applications. Chem Rev. Vol. 117, pp. 4462–4487.
12. Gottschalk, F., Sonderer, T., Scholz, R.W., Nowack, B. (2009). Modeled environmental concentrations of engineered nanomaterials (TiO₂, ZnO, Ag, CNT, fullerenes) for different regions. Environ Sci Technol. Vol. 43, pp. 9216–9222.
13. Mueller, N.C., Nowack, B. (2008). Exposure modeling of engineered nanoparticles in the environment. Environ Sci Technol. Vol. 42, 4447–4453.
14. Musee, N. (2011). Simulated environmental risk estimation of engineered nanomaterials: a case of cosmetics in Johannesburg City. Hum Exp Toxicol. Vol. 30, pp. 1181–1195.
15. Peijnenburg, W.J.G.M., Baalousha, M., Chen, J., Chaudry, Q., Von der Kammer, F., Kuhlbusch, T.A.J., Lead, J., Nickel, C., Quik, J.T.K., Renker, M., Wang, Z., Koelmans, A.A. (2015). A review of the properties and processes determining the fate of engineered nanomaterials in the aquatic environment. Crit Rev Environ Sci Technol. Vol. 45, pp. 2084–2134.
16. Peters, R.J.B., van Bommel, G., Milani, N.B.L., den Hertog, G.C.T., Undas, A.K., Van der Lee, M., Bouwmeester, H. (2018). Detection of nanoparticles in Dutch surface waters. Sci Total Environ. Vol. 621, pp. 210–218.
17. Li, L., Hartmann, G., Dobliger, M., Schuster, M. (2013). Quantification of nanoscale silver particles removal and release from municipal wastewater treatment plants in Germany. Environ Sci Technol. Vol. 47, pp. 7317–7323.
18. Liu, J., Hurt, R.H. (2010). Ion release kinetics and particle persistence in aqueous nano-silver colloids. Environ Sci Technol. Vol. 44, pp. 2169–2175.
19. Martin, M.N., Allen, A.J., MacCuspie, R.I., Hackley, V.A. (2014). Dissolution, agglomerate morphology, and stability limits of protein-coated silver nanoparticles. Langmuir. Vol. 30, pp. 11442–11452.
20. Levard, C., Reinsch, B.C., Michel, F.M., Oumahi, C., Lowry, G.V., Brown, G.E. (2011). Sulfidation processes of PVP-coated silver nanoparticles in aqueous solution: impact on dissolution rate. Environ Sci Technol. Vol. 45, pp. 5260–5266.
21. Thalmann, B., Voegelin, A., Morgenroth, E., Kaegi, R. (2016). Effect of humic acid on the kinetics of silver nanoparticle sulfidation. Environ Sci Nano. 3, pp. 203–212.
22. Ellis, L.J., Baalousha, M., Valsami-Jones, E., Lead, J.R. (2018). Seasonal variability of natural water chemistry affects the fate and behaviour of silver nanoparticles. Chemosphere, Vol. 191, pp. 616–625.
23. Dobias, J., Bernier-Latmani, R. (2013). Silver release from silver nanoparticles in natural waters. Environ Sci Technol. Vol. 47, pp. 4140–4146.
24. Gliga, A.R., Skoglund, S., Wallinder, I.O., Fadeel, B., Karlsson, H.L. (2014). Size-dependent cytotoxicity of silver nanoparticles in human lung cells: the role of cellular uptake, agglomeration and Ag release. Part Fibre Toxicol. Vol. 11, 11 p.
25. Ma, R., Levard, C., Marinakos, S.M., Cheng, Y., Liu, J., Michel, F.M., Brown, G.E., Lowry, G.V. (2012). Size-controlled dissolution of organic-coated silver nanoparticles. Environ Sci Technol. Vol. 46, pp. 752–759.
26. Blakelock, G.C., Xenopoulos, M.A., Norman, B.C., Vincent, J.L., Frost, P.C. (2016). Effects of silver nanoparticles on bacterioplankton in a boreal lake. Freshw Biol. Vol. 61, pp. 2211–2220.
27. Vincent, J.L., Paterson, M.J., Norman, B.C., Gray, E.P., Ranville, J.F., Scott, A.B., Frost, P.C., Xenopoulos, M.A. (2017). Chronic and pulse exposure effects of silver nanoparticles on natural lake phytoplankton and zooplankton. Ecotoxicology. Vol. 26, 502–515.
28. Aiken, G.R., Hsu-Kim, H., Ryan, J.N. (2011). Influence of dissolved organic matter on the environmental fate of metals, nanoparticles, and colloids. Environ Sci Technol. Vol. 45, pp. 3196–3201.
29. Chae, Y., An, Y.J. (2016). Toxicity and transfer of polyvinylpyrrolidone-coated silver nanowires in an aquatic food chain consisting of algae, water fleas, and zebrafish. Aquat Toxicol. Vol. 173, pp. 94–104.
30. Sohn, E.K., Johari, S.A., Kim, T.G., Kim, J.K., Kim, E., Lee, J.H., Chung, Y.S., Yu, I.J. (2015). Aquatic toxicity comparison of silver nanoparticles and silver nanowires. Biomed Res Int. 12 p.
31. Helmlinger, J., Sengstock, C., Groß-Heitfeld, C., Mayer, C., Schildhauer, T.A., Köller, M., Epple, M. (2016). Silver nanoparticles with different size and shape: equal cytotoxicity, but different antibacterial effects. RSC Adv. Vol. 6, pp. 18490–18501.
32. Abramenko, N.B., Demidova, T.B., Abkhalimov, I.E., Ershov, B.G., Krysanov, E.Y., Kustov, L.M. (2018). Ecotoxicity of different-shaped silver nanoparticles: case of zebrafish embryos. J Hazard Mater. Vol. 347, pp. 89–94.

33. Yang, X., Gondikas, A.P., Marinakos, S.M., Auffan, M., Liu, J., Hsu-Kim, H., Meyer, J.N. (2012). Mechanism of silver nanoparticle toxicity is dependent on dissolved silver and surface coating in *Caenorhabditis elegans*. *Environ Sci Technol.* Vol. 46, pp. 1119–1127.
34. Huynh, K.A., Chen, K.L. (2011). Aggregation kinetics of citrate and polyvinylpyrrolidone coated silver nanoparticles in monovalent and divalent electrolyte solutions. *Environ Sci Technol.* Vol. 45, pp. 5564–5571.
35. Angel, B.M., Batley, G.E., Jarolimek, C.V., Rogers, N.J. (2013). The impact of size on the fate and toxicity of nanoparticulate silver in aquatic systems. *Chemosphere.* Vol. 93, 359–365.
36. Lau, B.L.T., Hockaday, W.C., Ikuma, K., Furman, O., Decho, A.W. (2013). A preliminary assessment of the interactions between the capping agents of silver nanoparticles and environmental organics. *Colloids Surf Physicochem Eng Asp.* Vol. 435, pp. 22–27.
37. Kittler, S., Greulich, C., Diendorf, J., Köller, M., Epple, M. (2010). Toxicity of silver nanoparticles increases during storage because of slow dissolution under release of silver ions. *Chem Mater.* Vol. 22, pp. 4548–4554.
38. Zhang, W., Xiao, B., Fang, T. (2018). Chemical transformation of silver nanoparticles in aquatic environments: mechanism, morphology and toxicity. *Chemosphere.* Vol. 191, pp. 324–334.
39. Nowack, B., Ranville, J.F., Diamond, S., Gallego-Urrea, J.A., Metcalfe, C., Rose, J., Horne, N., Koelmans, A.A., Klaine, S.J. (2012). Potential scenarios for nanomaterial release and subsequent alteration in the environment. *Environ Toxicol Chem.* Vol. 31, pp. 50–59.
40. Li, L., Stoiber, M., Wimmer, A., Xu, Z., Lindenblatt, C., Helmreich, B., Schuster, M. (2016). To what extent can full-scale wastewater treatment plant effluent influence the occurrence of silver-based nanoparticles in surface waters? *Environ Sci Technol.* Vol. 50, pp. 6327–6333.
41. Zhang, T., Lu, D., Zeng, L., Yin, Y., He, Y., Liu, Q., Jiang, G. (2017). Role of secondary particle formation in the persistence of silver nanoparticles in humic acid containing water under light irradiation. *Environ Sci Technol.* Vol. 51, pp. 14164–14172.
42. Manoharan, V., Ravindran, A., Anjali, C.H. (2014). Mechanistic insights into interaction of humic acid with silver nanoparticles. *Cell Biochem Biophys.* Vol. 68, pp. 127–131.
43. Zou, X., Shi, J., Zhang, H. (2015). Morphological evolution and reconstruction of silver nanoparticles in aquatic environments: the roles of natural organic matter and light irradiation. *J Hazard Mater.* Vol. 292, pp. 61–69.
44. Domingo, G., Bracale, M., Vannini, C. (2019). Phytotoxicity of silver nanoparticles to aquatic plants, algae, and microorganisms. In *Nanomaterials in Plants, Algae and Microorganisms*/ eds.: Durgesh, K.T., Parvaiz, A., Shivesh, S., Devendra, K.C., Nawal, K.D. Academic Press: Cambridge, MA, USA, pp. 143–168.
45. Wagner, S., Gondikas, A., Neubauer, E., Hofmann, T., Von der Kammer, F. (2014). Spot the Difference: Engineered and Natural Nanoparticles in the Environment-Release, Behavior and Fate. *Angew. Chem. Int. Ed.* Vol. 53, pp. 12398–12419.
46. Zhang, W., Li, Y., Niu, J., Chen, Y. (2013). Photogeneration of reactive oxygen species on uncoated silver, gold, nickel, and silicon nanoparticles and their antibacterial effects. *Langmuir.* Vol. 29, pp. 4647–4651.
47. Tkalec, M., Štefanić, P.P., Balen, B. (2019). Phytotoxicity of silver nanoparticles and defence mechanisms. *Analysis, Fate, and Toxicity of Engineered Nanomaterials.* In *Comprehensive Analytical Chemistry*/ eds.: Sandeep, K.V., Ashok, K.D. Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, Vol. 84, pp. 145–148.
48. Turner, A., Brice, D., Brown, M.T. (2012). Interactions of silver nanoparticles with the marine macroalga, *Ulvalactuca*. *Ecotoxicology.* 21, pp. 148–154.
49. Xiu, Z.M., Zhang, Q.B., Puppala, H.L., Colvin, V.L., Alvarez, P.J.J. (2012). Negligible particle-specific antibacterial activity of silver nanoparticles. *Nano Lett.* 12, 427 p.
50. Axson, J.L., Stark, D.I., Bondy, A.L., Capracotta, S.S., Maynard, A.D., Philbert, M.A., Bergin, I.L., Ault, A.P. (2015). Rapid kinetics of size and pH dependent dissolution and aggregation of silver nanoparticles in simulated gastric fluid. *J Phys Chem C.* Vol. 119, pp. 20632–20641.
51. Colman, B.P., Espinasse, B., Richardson, C.J., Matson, C.W., Lowry, G.V., Hunt, D.E., Wiesner, M.R., Bernhardt, E.S. (2014). Emerging contaminant or an old toxin in disguise? Silver nanoparticle impacts on ecosystems. *Environ Sci Technol.* Vol. 48, pp. 5229–5236.
52. Thalmann, B., Voegelin, A., Sinnet, B., Morgenroth, E., Kaegi, R. (2014). Sulfidation kinetics of silver nanoparticles reacted with metal sulfides. *Environ Sci Technol.* Vol. 48, pp. 4885–4892.
53. Kaegi, R., Voegelin, A., Ort, C., Sinnet, B., Thalmann, B., Krismer, J., Hagendorfer, H., Elumelu, M., Mueller, E. (2013). Fate and transformation of silver nanoparticles in urban wastewater systems. *Water Res.* Vol. 47, pp. 3866–3877.
54. Choi, O., Clevenger, T.E., Deng, B., Surampalli, R.Y., Ross, L. Jr., Hu, Z. (2009). Role of sulfide and ligand strength in controlling nanosilver toxicity. *Water Res.* Vol. 43, pp. 1879–1886.
55. Chen, S., Goode, A.E., Sweeney, S., Theodorou, I.G., Thorley, A.J., Ruenaroengsak, P., Chang, Y., Gow, A., Schwander, S., Skepper, J., Zhang, J., Shaffer, M.S., Chung, K.F., Tetley, T.D., Ryan, M.P., Porter, A.E. (2013). Sulfidation of silver nanowires inside human alveolar epithelial cells: a potential detoxification mechanism. *Nanoscale.* Vol. 5, pp. 9839–9847.
56. Collin, B., Tsyusko, O.V., Starnes, D.L., Unrine, J.M. (2016). Effect of natural organic matter on dissolution and toxicity of sulfidized silver nanoparticles to *Caenorhabditis elegans*. *Environ Sci Nano.* 3, pp. 728–736.
57. Doolette, C.L., McLaughlin, M.J., Kirby, J.K., Navarro, D.A. (2015). Bioavailability of silver and silver sulfide nanoparticles to lettuce (*Lactuca sativa*): effect of agricultural amendments on plant uptake. *J Hazard Mater.* Vol. 300, pp. 788–795.
58. Zhang, W., Yao, Y., Li, K., Huang, Y., Chen, Y. (2011). Influence of dissolved oxygen on aggregation kinetics of citrate-coated silver nanoparticles. *Environ Pollut.* Vol. 159, pp. 3757–3762.
59. Zhang, W., Huang, J., Liang, L., Yao, L., Fang, T. (2019). Dual impact of dissolved organic matter on cytotoxicity of PVP-Ag NPs to *Escherichia coli*: mitigation and intensification. *Chemosphere.* Vol. 214, pp. 754–763.
60. Römer, I., Wang, Z.W., Merrifield, R.C., Palmer, R.E., Lead, J. (2016). High resolution STEM-EELS study of

silver nanoparticles exposed to light and humic substances. *Environ Sci Technol*. Vol. 50, pp. 2183–2190.

61. Odzak, N., Kistler, D., Sigg, L. (2017). Influence of daylight on the fate of silver and zinc oxide nanoparticles in natural aquatic environments. *Environ Pollut*. 226, pp. 1–11.

62. Lowry, G.V., Espinasse, B.P., Badireddy, A.R., Richardson, C.J., Reinsch, B.C., Bryant, L.D., Bone, A.J., Deonaraine, A., Chae, S., Therezien, M., Colman, B.P., Hsu-Kim, H., Bernhardt, E.S., Matson, C.W., Wiesner, M.R. (2012). Long-term transformation and fate of manufactured Ag nanoparticles in a simulated large scale freshwater emergent wetland. *Environ Sci Technol*. Vol. 46, pp. 7027–7036.

63. Sandra, F.G., Maria, D.P., Lopes, R., Hammes, J., Gallego-Urrea, J.A., Hasselov, M., Jurkschat, K., Crossley, A., Loureiro, S. (2017). Effects of silver nanoparticles on the freshwater snail *Physa acuta*: the role of test media and snails' life cycle stage. *Environ Toxicol Chem*. Vol. 36, pp. 243–253.

64. Hu, Y., Chen, X., Yang, K., Lin, D. (2018). Distinct toxicity of silver nanoparticles and silver nitrate to *Daphnia magna* in M4 medium and surface water. *Sci Total Environ*. Vol. 618, pp. 838–846.

65. Scanlan, L.D., Reed, R.B., Loguinov, A.V., Antczak, P., Tagmount, A., Aloni, S., Nowinski, D.T., Luong, P., Tran, C., Karunaratne, N., Pham, D., Lin, X.X., Falciani, F., Higgins, C.P., Ranville, J.F., Vulpe, C.D., Gilbert, B. (2013). Silver nanowire exposure results in internalization and toxicity to *Daphnia magna*. *ACS Nano*. Vol. 7, pp. 10681–10694.

66. Jiang, H.S., Yin, L., Ren, N.N., Xian, L., Zhao, S., Li, W., Gontero, B. (2017). The effect of chronic silver nanoparticles on aquatic system in microcosms. *Environ Pollut*. Vol. 223, pp. 395–402.

67. Pokhrel, L.R., Dubey, B., Scheuerman, P.R. (2013). Impacts of select organic ligands on the colloidal stability, dissolution dynamics, and toxicity of silver nanoparticles. *Environ Sci Technol*. Vol. 47, pp. 12877–12885.

68. Ribeiro, F., Van Gestel, C.A.M., Pavlaki, M.D., Azevedo, S., Soares, A., Loureiro, S. (2017). Bioaccumulation of silver in *Daphnia magna*: waterborne and dietary exposure to nanoparticles and dissolved silver. *Sci Total Environ*. Vol. 574, pp. 1633–1639.

69. Cleveland, D., Long, S.E., Pennington, P.L., Cooper, E., Fulton, M.H., Scott, G.I., Brewer, T., Davis, J., Petersen, E.J., Wood, L. (2012). Pilot estuarine mesocosm study on the environmental fate of silver nanomaterials leached from consumer products. *Sci Total Environ*. Vol. 421–422, pp. 267–272.

70. Panzarini, E., Mariano, S., Vergallo, C., Carata, E., Fimia, G.M., Mura, F., Rossi, M., Vergaro, V., Ciccarella, G., Corazzari, M. (2017). Glucose capped silver nanoparticles induce cell cycle arrest in HeLa cells. *Toxicol. Vitro*. Vol. 41, pp. 64–74.

71. Tsekhmistrenko, S., Bityutskii, V., Tsekhmistrenko, O., Horalskyi, L., Tymoshok, N., Spivak, M. (2020). Bacterial synthesis of nanoparticles: A green approach. *Biosyst. Divers*. Vol. 28(1), pp. 9–17.

72. Vazquez-Munoz, R., Borrego, B., Juarez-Moreno, K. (2017). Toxicity of silver nanoparticles in biological systems: Does the complexity of biological systems matter. *Toxicology Letters*. Vol. 276, pp. 11–20.

73. Cvjetko, P., Milosic, A., Domijan, A. (2017). Toxicity of silver ions and differently coated silver nanoparticles in

Allium cepa roots. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol. 137, pp. 18–28.

74. McShan, D., Ray, C., Yu, H. (2014). Molecular Toxicity Mechanism of Nanosilver. *Journal of Food and Drug Analysis*. Vol. 22, no. 1, pp. 116–127.

75. Silva, T., Pokhrel, L. R., Dubey, B., Tolaymat, T. M., Maier, K. J., Liu, X. (2014). Particle size, surface charge and concentration dependent ecotoxicity of three organo-coated silver nanoparticles: Comparison between general linear model-predicted and observed toxicity. *Science of The Total Environment*. Vol. 468–469, pp. 968–976.

76. Zhao, C.M., Wang, W.X. (2012). Importance of surface coatings and soluble silver in silver nanoparticles toxicity to *Daphnia magna*. *Nanotoxicology*. Vol. 6(4), pp. 361–70.

77. Newton, K.M., Puppala, H.L., Kitchens, C.L., Colvin, V.L., Klaine, S.J. (2013). Silver nanoparticle toxicity to *Daphnia magna* is a function of dissolved silver concentration. *Environmental Toxicology and Chemistry*. Vol. 32 (10), pp. 2356–2364.

78. Lekamge, S., Miranda, A.F., Ball, A.S., Shukla, R., Nuggeoda, D. (2019). The toxicity of coated silver nanoparticles to *Daphnia carinata* and trophic transfer from alga *Raphidocelis subcapitata*. *Plos one*. Vol. 14(4).

Токсичность, биотрансформация и биоаккумуляция наночастиц серебра в лабораторных условиях и водных экосистемах

Веред П.И., Битюцкий В.С., Харчишин В.М., Злочевский М.В.

Обобщены исследования мировой научной литературы о судьбе и оценке рисков влияния наночастиц серебра (НЧАг) как на уровне экосистемы, так и организма, а также в лабораторных условиях. Подчеркнуто, что токсический эффект наночастиц серебра, механизмы и способы действия НЧАг на организм гидробионтов были достаточно изучены в лабораторной практике. Но существуют некоторые пробелы и расхождения между результатами лабораторных исследований и изучением реальных экологических последствий, а такие противоречия мешают разработке эффективных мер для достижения экологического благополучия.

Для того, чтобы преодолеть такие пробелы, обзор обобщает условия окружающей среды и физико-химические свойства НЧАг, которые влияют на противоречивые выводы между лабораторными и реальными экологическими исследованиями в естественных условиях.

Подчеркнуто, что современные научные исследования по изучению способов поступления, трансформации и биоаккумуляции наночастиц серебра в естественных водных экосистемах делают акцент на способности таких наночастиц проникать через неповрежденные физиологические барьеры, что крайне опасно.

Доказано, что наночастицы серебра обладают токсическим воздействием на микроорганизмы, макрофиты и гидробионты. Токсическое действие НЧАг охватывает почти целые водные экосистемы.

Проанализированы исследования ряда авторов о факторах, влияющих на подвижность, биодоступность, токсичность и "экологическую судьбу" наночастиц Ag, для оценки экологического риска.

Кроме того, в обзоре системно рассматриваются различные токсические эффекты воздействия наночастиц се-

ребра в естественной среде и сравниваются эти эффекты с полученными результатами в лабораторной практике, что является полезным для оценки экологических последствий воздействия таких соединений. Подробно описано опасное хроническое воздействие НЧАг с низкими концентрациями (мкг/л) на природные водные экосистемы в течение длительного времени (от месяцев до нескольких лет). Кроме того, подчеркиваются перспективы будущих исследований токсичности НЧАг в естественных пресноводных средах.

Ключевые слова: наночастицы серебра (НЧАг), экосистема, лабораторные условия, токсичность, гидробионты, экологические факторы.

Toxicity, biotransformation and bioaccumulation of silver nanoparticles in laboratory conditions and aquatic ecosystems.

Vered P., Bityutsky V., Kharchyshyn V., Zlochevskiy M.

Generalized studies of the world scientific literature on the fate and risk assessment of exposure to silver nanoparticles (NPAg) both at the ecosystem level and at the organism level, as well as in the laboratory. It is emphasized that the toxic effect of silver nanoparticles, mechanisms and methods of action of NPAg on the body of aquatic organisms have been sufficiently studied in laboratory practice. However, there are some gaps and discrepancies between the results of laboratory tests and the study of real environmental consequences, and such inconsistencies hinder the development of appropriate effective measures to achieve environmental well-being.

To bridge such gaps, this review summarizes how environmental conditions and the physicochemical properties of NPAg influence conflicting conclusions between laboratory and real-world environmental studies.

It is emphasized that modern research on the pathways of entry, transformation and bioaccumulation of silver nanoparticles in natural aquatic ecosystems emphasizes the ability of such nanoparticles to penetrate intact physiological barriers, which is extremely dangerous.

It is proved that silver nanoparticles have a toxic effect on microorganisms, macrophytes and aquatic organisms. The toxic effects of NPAg cover almost entire aquatic ecosystems.

A study by a number of authors on the factors influencing the mobility, bioavailability, toxicity and environmental fate of Ag nanoparticles was analyzed to assess the environmental risk.

In addition, this review systematically examines the various toxic effects of silver nanoparticles in the environment and compares these effects with the results obtained in laboratory practice, which is useful for assessing the environmental effects of such compounds. The dangerous chronic effects of low-concentration NPAg ($\mu\text{g/l}$) on natural aquatic ecosystems over a long period of time (months to several years) have been described in detail. In addition, the prospects for future studies of NPAg toxicity in natural freshwater environments are emphasized.

Key words: nanoparticles of the medium (NPAg), ecosystem, laboratory wash, toxicity, aquatic organisms, ecological factors.



Copyright: Веред П.І. 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.



Веред П.І.
Бітюцький В.С.
Харчишин В.М.
Злочевський М.В.

ID <https://orcid.org/0000-0001-6548-4622>
ID <https://orcid.org/0000-0002-2699-3974>
ID <https://orcid.org/0000-0002-3403-3535>
ID <https://orcid.org/0000-0002-8273-1637>

УДК 637.4.082.474:637.412

Оцінка впливу препарату «Штучна кутикула» на розвиток курячих ембріонів

Бордунова О.Г. , Астраханцева О.Г. , Петренко Г.О. , Долбаносова Р.В. 

Сумський національний аграрний університет

 E-mail: Бордунова О.Г. bordunova.olga59@gmail.com



Бордунова О.Г., Астраханцева О.Г., Петренко Г.О., Долбаносова Р.В. Оцінка впливу препарату «Штучна кутикула» на розвиток курячих ембріонів. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 130–136.

Bordunova O.G., Astrahanceva O.G., Petrenko G.O., Dolbanosova R.V. Ocinka vplyvu preparatu «Shtuchna kutykula» na rozvytok kurjachyh embrioniv. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnystva», 2021. № 1. PP. 130–136.

Рукопис отримано: 01.04.2021 р.

Прийнято: 15.04.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-130-136

Наведено результати експериментальних досліджень щодо вивчення впливу на окремі параметри розвитку курячого ембріону інгредієнтів препарату для передінкубаційного оброблення яєць «Штучна кутикула» («ARTICLE» –ARTIficial cutiCLE), до складу якого входить речовина природного походження хітозан кислоторозчинний, надощова кислота, жовтий залізоокисний пігмент (оксид заліза (III) Fe_2O_3) та мікроелементи. Така технологія передінкубаційного оброблення передбачає проведення зрошування яєць робочим розчином композиції з наступним випаровуванням розчинника та утворенням на поверхні кальцитного шару шкаралупи яйця точного штучного аналога природної захисної кутикули (за структурно-функціональними показниками). Захисна плівка являє собою полікомпонентне покриття для відновлення та посилення бар'єрних властивостей біокерамічних структур шкаралупи і шкаралупних мембран, якому притаманна біоцидна (антибактеріальна та антивірусна) активність, а також здатність оптимізувати газообмін ембріонів упродовж інкубації та поліпшувати процеси обміну речовин ембріона і якість молодняку птиці.

Дослідження було проведено з використанням інкубаційних яєць, отриманих від курей-несучок Легторн білий. Було сформовано дві партії яєць по 720 шт. у кожній: контрольні яйця було оброблено фумігацією формальдегіда, другу партію – препаратом «Штучна кутикула». Інкубацію яєць проводили в інкубаторі «Універсал» упродовж 21 доби згідно з методикою. На 11-у добу інкубації вилучали ембріони курей, готували препарати тканин та печінки з наступним проведенням мікроскопічних досліджень.

За умов впливу препарату для передінкубаційного оброблення яєць на курячий ембріон упродовж інкубації, не було виявлено відхилень у розвитку і морфологічній будові печінки порівняно з контролем. Аналогічно контролю відповідного терміну спостереження виявлено печінкові балки, що формуються, початок утворення жовчі та клітини Купфера.

Отже, за порівняння контрольного та експериментального зразків тканини печінки ембріона негативного впливу захисного препарату для передінкубаційного оброблення яєць «Штучна кутикула» не було виявлено. Доведено, що інгредієнти препарату не надходять у зону розвитку ембріона. Препарат «Штучна кутикула» не проявляє негативної дії на ембріон, що розвивається, під час інкубації.

Ключові слова: технологія, хітозан, нанотехнології, інкубація яєць, дезінфектанти, гістологічні дослідження.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Наявна технологія підготовки птахівничих приміщень, їх санація та дезінфекція перед посадкою чергових партій птиці досить ефективна, оскільки дає змогу звести до мінімуму чи повністю знищити інфекційні

джерела в місцях оброблення [2, 8, 14]. Нині існують різні методи і способи санації яєць та обладнання інкубаторію: ультрафіолетове та лазерне опромінювання, озонування, високодисперсне або низькодисперсне аерозольне оброблення розчинами дезінфектантів, миття

й замочування в дезрозчинах, глибинне оброблення яєць антибіотиками, а також термодезінфекція [4, 7, 10, 13, 15, 16]. Кожен з цих методів має свої переваги та недоліки, тому доцільність їх застосування може бути визначено лише в конкретному господарському та епізоотичному становищі. У препаратах для оброблення інкубаційних яєць використовують різні діючі речовини, такі як глютаровий альдегід, спирти, феноли, сполуки четвертинного амонію, йод, пероксидні сполуки, гуанідини тощо. Зазначені речовини мають певні недоліки. Так, пари формальдегіду мають канцерогенні властивості, подразнюють дихальні шляхи, а тривалість їх бактерицидної дії обмежена часом, оскільки речовина має високу леткість. Екологічно небезпечними є і препарати, основною діючою речовиною яких є четвертинні амонієві сполуки (ЧАС), оскільки вони погано піддаються руйнації у навколишньому середовищі. Широке застосування сполук четвертинного амонію у ветеринарній та медичній практиці призвело до набуття резистентності патогенної мікрофлори до зазначених препаратів. Специфіка дезінфекції препаратами на основі ЧАС потребує підвищеного рівня дотримання технології оброблення, оскільки сполуки четвертинного амонію утворюють на поверхні шкаралупи яєць плівку, що не є досить повітропроникними [9]. Більшість дезінфектантів, які традиційно застосовують у промислових інкубаторіях, є високотоксичними або агресивними речовинами, тому під час роботи з ними потрібно суворо дотримуватись правил техніки безпеки, а саму дезінфекцію проводити лише в спеціально обладнаних приміщеннях або дезкамерах.

У практиці збереження яєць сільськогосподарської птиці запропоновано використання хітозану як дезінфікуючого засобу [3,11]. Так, на поверхні харчових яєць обприскуванням водним розчином хітозану (1 %, рН 5,0) утворюють плівку, яку одразу піддають радіаційному обробленню (2,0 кГр) з метою поліпшення і збереження якості яєць упродовж тривалого зберігання [17]. Для підвищення якості харчових яєць Cenzig Caner зі співавторами пропонують використовувати спосіб покриття

шкаралупи курячих яєць плівкою, що містить хітозан та молочну кислоту [6].

У Сумському національному аграрному університеті розроблено технологію передінкубаційного оброблення курячих яєць з використанням біоміметичної технології «штучна кутикула» («ARTICLE» – ARTIficial cutiCLE). На відміну від способу Cenzig Caner [6], запропонована технологія полягає в розробленні способу захисту інкубаційних яєць щодо негативних чинників довкілля та патогенної мікрофлори завдяки утворенню на поверхні шкаралупи захисної газопроникної плівки завтовшки 0,5–5,0 мкм з використанням хітозану, пероксидів та наночасток металів [12]. Хітозан є речовиною природного походження, екологічно безпечною, нетоксичною і має біоцидні властивості щодо патогенної мікрофлори [18]. Технологія «Штучна кутикула» дає змогу оптимізувати газообмін і покращити процеси обміну речовин ембріонів упродовж інкубації, підвищити виводимість та збереженість молодняку сільськогосподарської птиці [1].

Мета дослідження – вивчити вплив препарату для передінкубаційного оброблення яєць «Штучна кутикула» на окремі параметри розвитку курячого ембріону.

Матеріал і методи дослідження. Для досліджень використовували інкубаційні яйця, отримані від курей-несучок Леггорн білий. Було сформовано дві партії яєць по 720 шт. у кожній: яйця контрольної групи було оброблено фумігацією формальдегіду (ДСТУ 1625-75), на шкаралупу яєць дослідної групи було нанесено препарат «Штучна кутикула», до складу якого входять хітозан кислоторозчинний (ТУ 9289-031-21428156-02), надоцтова кислота (НОК) (реєстрація за № 77.99.26.8.У.2208.4.10 від 09.04.2010 р., ТУ 9392-001-57184037-03), жовтий залізоокисний пігмент Fe_2O_3 , БАТ «Суміхімпром» (ДСТУ 14657.15-96), мікроелементи (магній, кобальт, цинк, мідь). «Штучну кутикулу» на поверхні інкубаційних яєць отримували таким способом: зрошували яйця робочим розчином препарату (діаметр крапель аерозолу – 50–200 мкм). Після його висихання на шкаралупі утворювалась твердофазна газопроникна плівка (табл.1).

Таблиця 1 – Схема проведення дослідів

Партія	Група	Препарат	Метод оброблення
1	Контроль	Пара формальдегіду	Фумігація формальдегіду
2	Експеримент	Розчин хітозану кислоторозчинного +НОК + Fe_2O_3 + мікроелементи (магній, кобальт, цинк, мідь)	Обприскування за допомогою розпилювача

Передінкубаційне оброблення яєць курей «штучною кутикулою» на основі хітозану проводили наступним чином: перед обробленням яєць готували розчин із розрахунку: на 1500 мл розчину – 150 мл НОК, 1500 мг хітозану, 1500 мг F_2O_3 , 150 мл H_2O_2 . Приготованим розчином заправляли розпилювач типу «Росинка». Яйця обробляли після їх сортування безпосередньо у візках. Щоб змочуваність була рівномірною зверху і знизу, лотки вставляли через одне гніздо – це дало змогу просувати наконечник обприскувача між лотками знизу. Експозиція становила 30–40 хв до висихання розчину й утворення твердофазної плівки.

Інкубацію проводили за загальноприйнятими нормами згідно з ДСТУ 8118:2015. «Яйця курячі інкубаційні. Технічні умови». Яйця курей інкубували в інкубаторі «Універсал-55» упродовж 21 доби.

У процесі інкубації яєць спостерігали за розвитком ембріонів курей проведенням біологічного контролю. Овоскопію проводили на 5-, 11- та 19-у добу інкубації. За допомогою розтину встановлювали причини ембріональної патології («кров'яне кільце», завмерлі, задохлики, слабкі та каліки). Після виводу молодняку курей підраховували відсоток виводимості яєць.

Для визначення біологічної активності препарату для передінкубаційного оброблення яєць «Штучна кутикула» на 11-у добу інкубації із яєць вилучали ембріони курей по 15 зразків з кожної партії, готували препарати з тканин та печінки.

Дослідження проводили у лабораторії наукового центру патоморфологічних досліджень Сумського державного університету на кафедрі патологічної анатомії (Ліцензія МОЗ України АД 064412 від 21.06.2012. Свідоцтво про атестацію №РУ – 1110/15).

Шматочки тканин було зафіксовано у 10 % розчині нейтрального формаліну. Гістологічні препарати готували з парафінових зрізів, які потім забарвлювали гематоксилін-еозином, оскільки ця методика дає змогу забарвлювати ядра та протоплазму клітин. Мазки-печатки фіксували метанолом, забарвлювали фарбою Лейшмана, а потім за Романовським-Гімза. Приготовані гістологічні препарати вивчали методом оптичної мікроскопії.

Статистичне оброблення отриманих даних проводили з використанням пакета Statistica for Windows 6.0.

Результати дослідження та обговорення.

Препарат «Штучна кутикула», до складу якого входить хітозан та наночастки оксидів металів, є біогенним дезінфікувальним засобом для дезінфекції інкубаційних яєць створенням додаткової нанокутикули, яка до кінця інкубації швидко розкладається на прості неорганічні сполуки. Хітозанова плівка руйнується впродовж інкубації до 17–19 доби під дією залишкових кількостей пероксидів, кислот та активних форм кисню (АФК).

З метою вивчення впливу препарату «Штучна кутикула» на окремі параметри розвитку курячого ембріону проводили гістологічні дослідження тканин курячих ембріонів, що розвивались у період інкубації. Для цього на 11-у добу інкубації з яєць обох партій вилучали ембріони. З тканин печінки готували препарати для гістологічних досліджень (рис. 1; 2).

З рисунка 1 видно, що на 11-у добу розвитку курячого ембріона печінка майже сформована: помітні структури гепатоцитів за типом печінкових балок (1), починаються процеси жовчечутворення (2). Навколо великих судин виявляється ретикулярна тканина. У зазначений термін також можна ідентифікувати клітини Купфера (3).

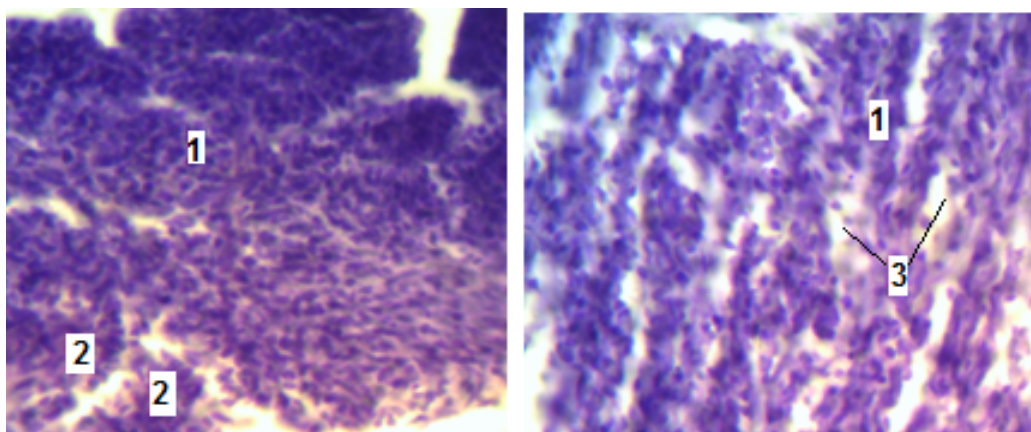


Рис. 1. Печінка курячого ембріона, 11 доба розвитку. Контроль. Забарвлення гематоксилін-еозином. Збільшення $\times 400$.

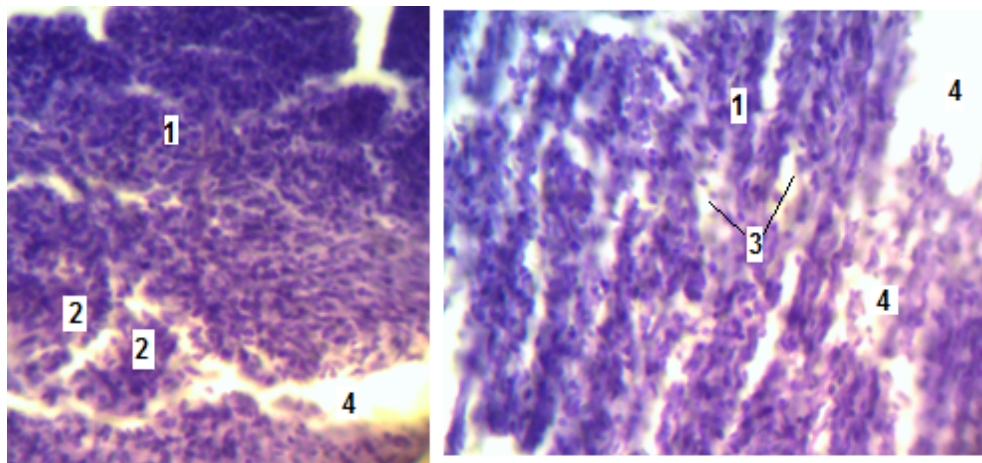


Рис. 2. Печінка курячого ембріона, 11 доба розвитку. Експеримент. Забарвлення гематоксилін-еозином. Збільшення $\times 400$.

За умов впливу препарату на курячий ембріон відхилень у розвитку ембріона і морфологічної будови печінки порівняно з контролем не було виявлено. Аналогічно контролю відповідного терміну спостереження виявлено печінкові балки, що формуються, початок утворення жовчі (2) та клітини Купфера (3). Як у контролі, так і в експерименті, помітні ділянки розривів тканини та оптично порожні пустоти, які зумовлені артефактами за виготовлення препаратів (4). Зазначена відсутність токсичної дії складників препарату «Штучна кутикула» обумовлена підвищеною здатністю кальциту (CaCO_3), який є основним складником біокомпонентних шарів шкаралупи пташиних яєць, до адсорбування органічних і неорганічних компонентів довкілля [5].

Технологія «Штучна кутикула» була розроблена з урахуванням отримання сумарного ефекту складників біоцидної композиції (водного робочого розчину). Надоцтова кислота має бактерицидний ефект і просочує кутикулу та верхній кристалічний шар шка-

ралупи інкубаційного яйця; завдяки її дії знищується патогенна мікрофлора. Кислоторозчинний хітозан, що має власний бактерицидний ефект, утворює на поверхні яйця тонкий (0,05–5,0 мкм) газо- та вологопроникний шар. Оксиди металів, завдяки фотокаталітичним властивостям, поліпшують газообмін ембріона. Загальна дія складників композиції «Штучна кутикула» запобігає вторинній контамінації патогенними мікроорганізмами, поліпшує газообмін курячих ембріонів і позитивно впливає на їх розвиток, та зумовлює підвищення показника виводимості інкубаційних яєць на 11,9 % (табл. 2).

Отже, розроблене за біоміметичним принципом полікомпонентне захисне покриття «Штучна кутикула» є подібним за структурними та функціональними параметрами до природної кутикули яєць птиці. Композиція відновлює та посилює бар'єрні властивості біоокерамічних структур шкаралупи яєць курей, надає сприятливі умови для розвитку ембріонів та підвищує показник виводимості.

Таблиця 2 – Результати інкубації яєць курей, оброблених перед інкубацією композицією «Штучна кутикула»

Методи оброблення	Закладено, шт.	Заплідненість яєць, %	«Кров'яне кільце», %	Завмерлі, %	Задохлики, %	Слабкі та каліки, %	Вивід курчат, %	Виводимість яєць, %
Леггорн білий								
Фумігація нормальдегідом (контроль)	720	90,4	6,2	1,9	3,7	4,4	74,2	82,1
«Штучна кутикула» (дослід)	720	90,7	2,1	0,4	1,1	1,7	85,4	94,0

Висновки. Отже, за порівняння контрольного та експериментального зразків тканини печінки ембріона негативного впливу препарату для передінкубаційного оброблення яєць «Штучна кутикула» не було виявлено. Складники препарату не надходять у зону розвитку ембріона внаслідок високої поглинальної активності кальциту, який є базовим компонентом біокерамічних композитних шарів шкаралупи. Препарат «Штучна кутикула» не проявляє негативної дії на ембріон, що розвивається, упродовж інкубації.

Передінкубаційне оброблення курячих яєць композицією «Штучна кутикула» сприяє кращому розвитку ембріонів, зменшує відсоток відходу інкубації і підвищує виводимість на 11,9 %.

Подяки. Роботу виконано за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України (номер державної реєстрації 0119U100551).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Астраханцева О.Г., Самохіна С.А., Бордунова О.Г., Чіванов В.Д. Композиція для захисту інкубаційних яєць курей на основі хітозану, перекисних сполук і сульфату заліза ($\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво. Суми: СНАУ. 2016. (7). С. 207–213.

2. Інкубація: методичний посібник/ за ред. В. Бреславця та співавторів. Харків: СП УААН. 2001. С. 42–56.

3. Ayman S. Elmezayyen., Fikry M. Reicha. Preparation of Chitosan copper complexes: Molecular dynamic studies of Chitosan and Chitosan copper complexes. Open Journal of Applied Sciences. 2015. Vol. 5. no. 8. 12 p. Doi: <https://doi.org/10.4236/ojapps.2015.58041>.

4. One-step facile synthesis of CaCO_3 nanoparticles via mechano-chemical route / A. Sargheini et al. Powder Technology. 2012. Vol. 219. P. 72–77.

5. Study of the Correlations Between the Dynamics of Thermal Destruction and the Morphological Parameters of Biogenic Calcites by the Method of Thermoprogrammed Desorption Mass Spectrometry (TPD-MS)/ O.G. Bordunova et al. Springer Proceedings in Physics. Springer, Singapore, 2020. Vol. 240. P. 37–50. Doi: <https://doi.org/10.1007/978-981-15-1742-6>

6. Cenzig Caner., Ozge Cansiz. Chitosan coating minimises eggshell breakage and improves egg quality. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2007. Vol. 88. Issue 1. P. 56–61.

7. Impact of egg handling and conditions during extended storage on egg quality/ D. R. Jones et al. Poultry science. 2018. Issue 97(2). P. 716–723.

8. Antimicrobial properties of a nanostructured eggshell from a compostnesting bird / L. D'Alba et al. J. Exp Biol. 2014. Vol. 217. P. 1116–1121.

9. Effect of egg washing on the cuticle quality of brown and white table eggs/ S. Leleu et al. Journal of Food Protection. 2011. Issue 74(10). P. 1649–1654.

10. Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs/ Y.C. Liu et al. Food Chemistry. 2016. Issue 211. P. 687–693.

11. Fabrication and characterization of copper(II)-chitosan complexes as antibiotic-free antibacterial biomaterial/ L. Gritsch et al. Carbohydrate Polymers. 2018. Vol. 179. P. 370–378. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.09.095>.

12. Method of protection of hatching eggs of chickens with chitosan coating / O. Bordunova et al. Patent № 59917 (Ukraine), 2012.

13. Wellman-Labadie O., Picman J., Hincke M.T. Antimicrobial activity of cuticle and outer eggshellprotein extracts from three species of domestic birds. British Poultry Science. 2008. Vol. 49(2). P. 133–143.

14. Impact of Hot Climate on Poultry Production System-A Review / P. Bhadauria et al. Journal of Poultry Science and Technology. 2014. Vol. 2(4). P. 56–63.

15. Antibacterial effect of calcium carbonate nanoparticles on *Agrobacterium tumefaciens* / R. A. Ataei et al. Iranian Journal of Military Medicine. 2011. Vol. 13 (2). P. 65–70.

16. Effects of eggs shell quality and washing on *Salmonella Infantis* penetration/ K. Samiullah et al. International Journal of Food Microbiology. 2013. Issue 165(2). P. 77–83.

17. Effect of combination of chitosan coating and irradiation on physicochemical and functional properties of chicken egg during room-temperature storage/ De li. Xian et al. Radiation Physics and Chemistry. 2009. Vol. 78. Issues 7-8. P. 589–591.

18. Wojtasz-Pajak A., Balicka-Ramisz A., Ramisz A., Ligocki M. Properties of chitosan and its salt. In: Chemical Products in Agriculture and Environment/ Eds. E. H. Gorecki, Z. Dobrzanski. Czech-Pol Trade (Prague, Brussels, Stockholm). 2003. P. 74–80.

REFERENCES

1. Astrakhantseva, O.H., Samokhina, Ye.A., Bordunova, O.H., Chivanov, V. D. (2016). Kompozitsiia dlia zakhystu inkubatsiinykh yaiets kurei na osnovi khitozanu, perekysnykh spolk i sulfatu zaliza ($\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) [Composition for protection of hatching eggs of chickens based on chitosan, peroxide compounds and ferrous sulfate ($\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho aharnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. "Livestock". Sumy: SNAU, (7), pp. 207–213.

2. Breslavets, V. (2001). Inkubaciya: metodychnyj posibnyk [ncubation: methodical manual]. Kharkiv: JV UAAS, pp. 42–56.

3. Ayman, S. Elmezayyen., Fikry, M. Reicha. (2015). Preparation of Chitosan copper complexes: Molecular dynamic studies of Chitosan and Chitosan copper complexes. Open Journal of Applied Sciences. Vol. 5, no. 8, 12 p. Available at: <https://doi.org/10.4236/ojapps.2015.58041>.

4. Sargheini, A. (2012). «One-step facile synthesis of CaCO_3 nanoparticles via mechano-chemical route». Powder Technology. Vol. 219, pp. 72–77.

5. Bordunova, O.G., Loboda, V.B., Samokhina, Y.A., Chernenko, O.M., Dolbanosova, R.V., Chivanov, V.D. (2020). Study of the Correlations Between the Dynamics of Thermal Destruction and the Morphological Parameters of Biogenic Calcites by the Method of Thermoprogrammed Desorption Mass Spectrometry (TPD-MS). Springer Proceedings in Physics. Springer, Singapore, Vol. 240, pp. 37–50. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-981-15-1742-6>

6. Cenzig, Caner., Ozge, Cansiz. (2007). Chitosan coating minimises eggshell breakage and improves egg quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 88, Issue 1, pp. 56–61.

7. Jones, D. R. (2018). Impact of egg handling and conditions during extended storage on egg quality. *Poultry science*. Issue 97(2), pp.716–723.

8. D'Alba, L. «Antimicrobial properties of a nanostructured eggshell from a compostnesting bird». *J. Exp Biol*. Vol. 217.- pp.1116–1121, 2014.

9. Leleu, S., Messens, W., De Reu, K., De Preter, S., Herman, L., Heyndrickx, M., Bain, M. (2011). Effect of egg washing on the cuticle quality of brown and white table eggs. *Journal of Food Protection*. Issue 74(10), pp. 1649–1654.

10. Liu, Y.C., Chen, T.H., Wu, Y.C., Lee, Y.C., Tan, F.J. (2016). Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. *Food Chemistry*. Issue 211, pp. 687–693.

11. Gritsch, L., Lovell, Ch., Wolfgang, H. Goldmann., Aldo, R. Boccaccini. (2018). Fabrication and characterization of copper(II)-chitosan complexes as antibiotic-free antibacterial biomaterial. *Carbohydrate Polymers*. Vol. 179, pp. 370–378. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.09.095>.

12. Bordunova O. (2012). «Method of protection of hatching eggs of chickens with chitosan coating». Patent № 59917 (Ukraine).

13. Wellman-Labadie, O., Picman, J. Hincke, M.T. (2008). «Antimicrobial activity of cuticle and outer eggshellprotein extracts from three species of domestic birds». *British Poultry Science*. Vol. 49(2), pp. 133–143.

14. Bhaduria, P. (2014). «Impact of Hot Climate on Poultry Production System-A Review». *Journal of Poultry Science and Technology*. Vol. 2(4), pp. 56–63.

15. Atae, R. A. (2011). «Antibacterial effect of calcium carbonate nanoparticles on *Agrobacterium tumefaciens*». *Iranian Journal of Military Medicine*. Vol. 13 (2), pp. 65–70.

16. Samiullah, K., Chousalkar, K. K., Roberts, J. R., Sexton, M., May, D., Kiermeier, A. (2013). Effects of eggs shell quality and washing on *Salmonella Infantis* penetration. *International Journal of Food Microbiology*. Issue 165(2), pp. 77–83.

17. Xian, De. (2009). Effect of combination of chitosan coating and irradiation on physicochemical and functional properties of chicken egg during room-temperature storage. *Radiation Physics and Chemistry*. Vol. 78, Issues 7-8, pp. 589–591.

18. Wojtasz-Pajak, A., Balicka-Ramisz, A., Ramisz, A., Ligocki, M. (2003). Properties of chitosan and its salt. In: *Chemical Products in Agriculture and Enviroment/ Eds. E. H. Gorecki, Z. Dobrzanski. Czech-Pol Trade* (Prague, Brussels, Stockholm). pp. 74–80.

Оценка влияния препарата «Искусственная кутикула» на развитие куриных эмбрионов

Бордунова О.Г., Астраханцева Е. Г., Петренко А. А., Долбаносова Р. В.

Представлены результаты экспериментальных исследований по изучению воздействия составляющих препарата для прединкубационной обработки яиц «Искусственная кутикула» («ARTICLE» – ARTiFicial cutiCLE), в состав которого входит вещество природного происхож-

дения хитозан кислоторастворимый, надуксусная кислота, желтый железистый пигмент (оксид железа (III) Fe_2O_3) и микроэлементы. Такая технология прединкубационной обработки предусматривает проведение орошения яиц рабочим раствором композиции с последующим испарением растворителя и образованием на поверхности кальцитового слоя яйца точного искусственного аналога естественной защитной кутикулы (по структурно-функциональным показателям). Защитная пленка представляет собой поликомпонентное покрытие для восстановления и усиления барьерных свойств биокерамических структур скорлупы и скорлупных мембран, обладающая биоцидной (антибактериальной и антивирусной) активностью, а также способностью оптимизировать газообмен эмбрионов в течение инкубации и улучшать процессы обмена веществ эмбриона и качество молодняка птицы.

Исследования были проведены с использованием инкубационных яиц, полученных от кур-несушек Леггорн белый. Было сформировано две партии яиц по 720 шт. в каждой: контрольные яйца были обработаны фумигацией формальдегида, вторая партия – препаратом «Искусственная кутикула». Инкубацию яиц проводили в инкубаторе «Универсал» в течение 21 суток согласно методике. На 11 сутки инкубации изымали эмбрионы кур, готовили препараты тканей и печени. Приготовленные гистологические препараты изучали с применением оптической микроскопии.

В условиях воздействия препарата для прединкубационной обработки на куриный эмбрион отклонений в развитии эмбриона и морфологическом строении печени не было обнаружено по сравнению с контролем. Аналогично контролю соответствующего срока наблюдения оказывались печеночные балки, которые формируются, начало образования желчи и клетки Купфера.

Таким образом, при сравнении контрольного и экспериментального образцов ткани печени эмбриона негативного воздействия препарата «Искусственная кутикула» не было обнаружено. Составляющие препарата не поступают в зону развития эмбриона. Препарат «Искусственная кутикула» не проявляет токсического действия на развивающийся эмбрион во время инкубации.

Ключевые слова: технология, хитозан, нанотехнологии, инкубация яиц, дезинфектанты, гистологические исследования.

The impact assessment of the drug "Artificial cuticle" on the development of chicken embryos

Bordunova O., Astrahantseva O., Petrenko H., Dolbanosova R.

The article presents the results of experimental research as for the possible toxic effects of the disinfectant "Artificial cuticle" ("ARTICLE" – ARTiFicial cutiCLE) which includes a substance of natural origin chitosan acid-soluble, peracetic acid, yellow iron oxide pigment (oxide II) Fe_2O_3 and microelements. This pre-incubation treatment technology involves irrigating the eggs with a working solution of the composition, followed by evaporation of the solvent and the formation on the surface of the calcite eggs' layer an exact artificial analogue of the natural protective cuticle. Barrier properties of bioceramic structures of the shell and shell membranes are characterized by biocidal (antibacterial and antiviral) activity, as well as the ability to optimize embryo

gas exchange during incubation and improve embryo metabolism and the quality of young birds.

The studies were performed using hatching eggs obtained from laying hens Leghorn white. Two batches of 720 eggs were formed in each: control eggs were treated with formaldehyde fumigation, the second batch was treated with the drug "Artificial Cuticle". Incubation of eggs was performed in an incubator "Universal" for 21 days according to the method. On the 11th day of incubation, chicken embryos were removed, tissue and liver preparations were prepared. Prepared histological specimens were viewed under a microscope.

Under the influence of the disinfectant on the chicken embryo, no abnormalities in the development of the embryo

and the morphological structure of the liver were detected in comparison with the control. Similar to the control of the corresponding observation period, the formed liver beams, the beginning of the formation of bile and Kupffer cells are detected.

Thus, when comparing control and experimental samples of embryonic liver tissue, the negative impact of the disinfectant "Artificial Cuticle" was not detected. The components of the drug do not enter the area of embryonic development. The drug "Artificial Cuticle" has no toxic effect on the developing embryo during incubation.

Key words: technology, chitosan, nanotechnologies, egg incubation, disinfectants, histological examinations.



Copyright: Бордунова О.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.



Бордунова О.Г.
Астраханцева О.Г.
Петренко Г.О.
Долбаносова Р.В.

ID <http://orcid.org/0000-0002-7120-1040>
ID <http://orcid.org/0000-0002-2624-837>
ID <http://orcid.org/0000-0002-2624-8376>
ID <https://orcid.org/0000-0002-3047-7067>

БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

УДК 606:638.124/132

Розроблення біотехнологічного прийому з тимчасової ізоляції наповнених стільників для підвищення продуктивності медозбору та якості бджолиного медуБезпалый І.Ф.¹ , Постоєнко В.О.² , Мерзлов С.В.¹ , Постоєнко Д.М.² ¹ Білоцерківський національний аграрний університет² ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича»

Безпалый І.Ф., Постоєнко В.О., Мерзлов С.В., Постоєнко Д.М. Розроблення біотехнологічного прийому з тимчасової ізоляції наповнених стільників для підвищення продуктивності медозбору та якості бджолиного меду. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 137–142.

Bezpalij I.F., Postojenko V.O., Merzlov S.V., Postojenko D.M. Rozroblennja biotehnologichnogo pryjomu z tymchasovoi izoljacii napovnenyh stil'nykiv dlja pidvyshhennja produktyvnosti medozboru ta jakosti bdzholy-nogo medu. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva», 2021. № 1. PP. 137–142.

Рукопис отримано: 01.05.2021 р.

Прийнято: 16.05.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-137-142

Медопродуктивність бджолиних сімей під час взятку з білої акації підвищували методом відбирання незрілого меду із гнізда. На їх місце підставляли порожні стільники. На п'яту добу медозбору з білої акації в сім'ях дослідної групи між двома корпусами поміщали третій з порожніми стільниками. Між 2 і 3 корпусами ставили обмежувач бджіл, що давав змогу робочим бджолам легко потрапити у 2 корпус, однак не давав змоги їм повернутися назад. Відбір проб меду, аналіз фізико-хімічних показників здійснювали згідно з ДСТУ 4497: 2005 «Мед натуральний. Технічні умови» (ДСТУ 4497: 2005, 2007).

Обґрунтовано застосування біотехнологічного прийому з тимчасової ізоляції наповнених стільників із недозрілим медом для підвищення медозбору в середньому на 26,6 % та збереження якості готового продукту.

Під час взятку з білої акації шойно принесений нектар містив у середньому 23,57 % сахарози і 38,95 % води. До завершення першої доби досліду під інтенсивним впливом бджіл-приймальниць з продукту видаляється 13,35 % води, завдяки чому відбулося стрімке зростання концентрації сахарози.

На завершальному етапі дев'ятої доби дозрівання бджоли виготовили запечатаний зрілий мед з умістом води 16,40 %, сахарози – 4,95 і 75,64 % моноцукрів, кількість яких змінилась від початкових показників відповідно у 2,4, 4,8 і 2,2 раза.

Після повернення ізольованих стільників із незрілим продуктом до гнізда, бджоли впродовж 3-х діб мали доступ до продукту, а потім на 4 добу почали запечатувати комірки. Мед за показниками вмісту води, моноцукрів і сахарози не відрізнявся від продукту, який перебував у гнізді з постійним доступом бджіл.

Ключові слова: дозрівання меду, бджоли, сахароза, моноцукри, біла акація, нектар.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Вирішення питання про збільшення виробництва товарного бджолиного меду цікавило науковців та, особливо, практиків пасічної справи [16]. Цієї мети досягали багатьма шляхами: поліпшення кормової бази, удосконалення конструкційних властивостей вуликів, покращення технології пасічництва, утримання на пасіці сильних сімей та ін. Усі ці методи давали позитивні результати [4, 10, 12]. Так, наприклад, Тарановим [15] досліджено та науково обґрунтовано потребу сім'ї у

кількості порожніх стільників для розміщення і перероблення нектару залежно від показників приросту контрольного вулика за добу. Деякі практики пропонують збільшити інтенсивність вентильовання бджолиного гнізда, особливо вночі, використовуючи сітчасті решітки замість дна у вулику, підставляючи клинці між корпусом і дном або дахом вулика [6, 12].

Отримати більше товарного меду можливо лише за умови дотримання комплексу прийомів та заходів, які сприяють бджолам у здійсненні складних біотехнологічних перетворень

і фізичних змін нектару [1, 13]. Бджоли не будуть приносити до вулика більше нектару, ніж можуть його обробити. Крім того, дуже багато медоносів відзначаються значною кількістю виділеного нектару, однак нетривалим періодом квітування [5, 7, 9]. Так, біла акація виділяє більше як 500 кг/га нектару з тривалістю квітування в середньому до двох тижнів, інколи навіть менше [5, 7]. Одним із біотехнологічних підходів до збільшення продуктивності бджіл під час масового медозбору є тимчасова ізоляція незапечатаних стільників [8, 9]. Відомо, що відкачування продукту із незапечатаних стільників дає змогу звільнити місце та отримати більше меду, за таких умов продукт буде незрілим і потребуватиме штучного дозарювання, однак найчастіше він зброджує [8, 10, 11]. Отже, постало питання дослідити оптимальні строки відбирання стільників з незапечатаними комірками, однак не для відкачування, а для тимчасової ізоляції від бджіл.

Мета дослідження — розроблення біотехнологічного прийому з тимчасової ізоляції наповнених стільників для підвищення продуктивності медозбору та якості бджолиного меду.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили на пасіці Білоцерківського національного аграрного університету. Для проведення досліджень за принципом пар-аналогів сформуливали контрольну і дослідну групи сімей по 3 у кожній української степової породи [2].

Медопродуктивність бджолиних сімей під час взятку з білої акації підвищували методом відбирання незрілого меду із гнізда. На їх місце підставляли порожні стільники. Це дало змогу бджолам розпочати перетворення нових порцій нектару, не затрачаючи часу на доведення вже принесеного напередодні продукту до зрілості і запечатування восковими кришечками. Відбирання незрілого меду із гнізда здійснювали за наступною технологічною схемою. На п'яту добу медозбору з білої акації в сім'ях дослідної групи між двома корпусами поміщали третій з порожніми стільниками. Між 2 і 3 корпусами ставили обмежувач бджіл, що давав змогу робочим бджолам легко потрапити у 2 корпус,

однак не давав змоги їм повернутися назад. Основна маса бджіл упродовж доби переходила працювати на нові стільники у 2-й корпус. До завершення фази цвітіння білої акації, коли маса контрольного вулика збільшувалась не більш, як на 200–500 г, відібрані стільники повертали у вулик. Після завершення дозрівання меду у бджолиних сім'ях було відібрано запечатані стільники не менш, як на $\frac{1}{2}$ їх площі для відкачування.

Відбір проб меду, аналіз фізико-хімічних показників здійснювали згідно з ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» (ДСТУ 4497:2005, 2007) [3].

Результати дослідження та обговорення. Дані обліку виробництва акацієвого меду наведено в таблиці 1, з якої видно, що від сімей контрольної групи отримали в середньому 22,83 кг меду, а дослідної – 28,9 кг. Водночас від сімей, подібних за силою, отримали різну кількість меду, у контрольній групі – від 19,7 до 25,3 кг, а дослідній – від 27,1 до 31,4 кг.

Отже, тимчасова ізоляція принесеного корму дає змогу збільшити виробництво меду в середньому на 26,6 %. Точність результатів в обох групах досить висока. Заразом різниця між контрольною і дослідними групами статистично значуща ($P > 0,999$).

За результатами досліджень відбір ще не зрілого корму на 5 добу медозбору та повернення на оброблення після завершення нектаровиділення дає змогу збільшити продуктивність сімей. Приріст збору меду потребує незначних додаткових затрат праці.

Одним із головних процесів дозрівання та накопичення простих цукрів меду є інверсія сахарози – гідролітичне розщеплення дисахариду на глюкозу і фруктозу, яке відбувається під дією ферменту інвертази, що входить до складу секрету підлоткових залоз робочих бджіл. Процес розпочинається за потрапляння нектару до медового зобика бджіл і продовжується навіть після запечатування комірок з медом. Для визначення динаміки перетворення сахарози на моноцукри було проведено дослідження під час медозборів з білої акації. Отримані дані щодо вмісту цукрів розраховували на сухий залишок (табл. 2).

Таблиця 1 – Виробництво товарного меду з тимчасовою ізоляцією незрілого продукту, $n=3$

Група сімей	Отримано відкачаного меду на сім'ю, кг				$\bar{X}$ дослідної групи до $\bar{X}$ контрольної у %
	$\bar{X} \pm m$	lim	Cv, %	td	
Контрольна	22,83 $\pm$ 0,584	19,7-25,3	12,5	–	–
Дослідна	28,90 $\pm$ 0,456	27,1-31,4	7,7	8,19	126,6

Таблиця 2 – Зміна співвідношення цукрів нектару з білої акації за оброблення у бджолиному гнізді, $n=3$

Доба дозрівання (зобик – стільник)	Вміст у сухій речовині, %					
	сахароза			моноцукри		
	$\bar{X} \pm S \bar{X}$	lim	Cv	$\bar{X} \pm S \bar{X}$	lim	Cv
Зобик бджоли	38,61±0,642	37,58–39,31	2,35	56,31±1,041	54,89–57,83	2,61
1	37,85±0,613	36,95–38,68	2,29	56,79±0,899	55,45–57,98	2,24
3	29,91±1,505	28,43–32,35	7,11	66,02±1,140	64,16–67,03	2,44
5	17,59±0,456	16,89–18,16	3,67	78,42±0,560	77,66–79,24	1,01
7	7,51±0,478	6,82–8,17	8,99	88,20±1,035	86,65–89,56	1,66
9 (запечатана)	5,92±0,315	5,41–6,22	7,53	90,47±0,739	89,33–91,39	1,15

Під час цвітіння білої акації збиральниці працюють на квітках цілу добу і до вулика постійно потрапляють свіжі порції вуглеводного корму. Тобто до нектару, який був принесений зранку, бджоли-приймальниці після короткочасного оброблення постійно додають свіжі порції. За спостереженнями у разі потрапляння до вулика нектару більше 6 кг за добу бджоли-приймальниці не розкладають набризк рівномірно всіма вільними стільниками у вулику, а найчастіше – на 4–5. Якщо зранку він знаходився у вигляді маленьких краплинок (набризку) на дні комірок, то вже увечері займав $\frac{1}{4}$ їх об'єму. Третьої доби перебування продукту у комірках стільників відбулося значне збільшення вмісту моноцукрів у сухій речовині – в середньому на 9,23 %. Більшість комірок на досліджуваних ділянках стільників була заповнена на $\frac{1}{2}$ об'єму.

На 5 і 7 добу дозрівання меду встановлено інтенсивне накопичення моноцукрів – відповідно на 12,4 і 9,78 %. Наприкінці тижневого періоду залишається 7,51 % сахарози, що за вимогами стандарту відповідає якісному меду. Поодинокі запечатані комірки на стільниках спостерігали лише 8-ї доби дозрівання, а більшість їх залишалися відкритими або частково запечатаними, які мали отвори у воскових кришечках. На дев'яту добу більша частина комірок на дослідних стільниках була запечатана. У відібраних з них пробах зрілого меду утворилося 90,47 % моноцукрів і залишилося 5,92 % сахарози до сухих речовин. В останні дві доби дозрівання різниця між середніми показниками простих цукрів становила 2,27 %. Це зумовлено тим, що бджоли, які брали участь у перетворенні нектару в мед, витрачають велику кількість енергії для утворення інвертази та неспроможні повною мірою обробити нектар з білої акації з двох причин. По-перше, нектар містить у своєму складі значну кількість сахарози, по-друге, глоткові залози, які виділяють

фермент інвертазу, у молодих бджіл ще недостатньо розроблені. Цей висновок узгоджується з дослідженнями М.В. Жеребкіна [17] та інших [14] про закономірне підвищення інвертувальної здатності робочих особин упродовж пасічного сезону, які встановили, що максимальної величини вона досягає до середини пасічного сезону. Отже, згідно з нашими дослідженнями та спостереженнями дозрівання меду в бджолиному гнізді за вмістом відновлюваних цукрів і сахарози можна зробити висновок, що бджоли запечатують продукт, який містить, залежно від походження, 90–95 % моноцукрів у сухій речовині.

Досліди процесу дозрівання меду супроводжувалися визначенням вмісту води в продукті кожного періоду перетворення нектару. Дослідження цього показника порівнювали з показниками вмісту цукрів у натуральному продукті, результати яких наведено на рисунку 1.

За даними досліджень під час взятку з білої акації щойно принесений нектар містив у середньому 23,57 % сахарози і 38,95 % води. До завершення першої доби досліді під інтенсивним впливом бджіл-приймальниць з продукту видаляється 13,35 % води, завдяки чому відбулося стрімке зростання концентрації сахарози. На цьому етапі короткочасного перебування набризку в комірках стільників відбувається перевищення кількості сахарози над умістом води. До третьої доби дозрівання кількість води і сахарози майже вирівнюється з невеликою перевагою останньої. На п'яту добу було помічено поступове зменшення вмісту води і стрімке інверсія сахарози.

На завершальному етапі дев'ятої доби дозрівання бджоли виготовили запечатаний зрілий мед зі вмістом води 16,40 %, сахарози – 4,95 і 75,64 % моноцукрів, кількість яких змінилась від початкових показників відповідно у 2,4, 4,8 і 2,2 раза.

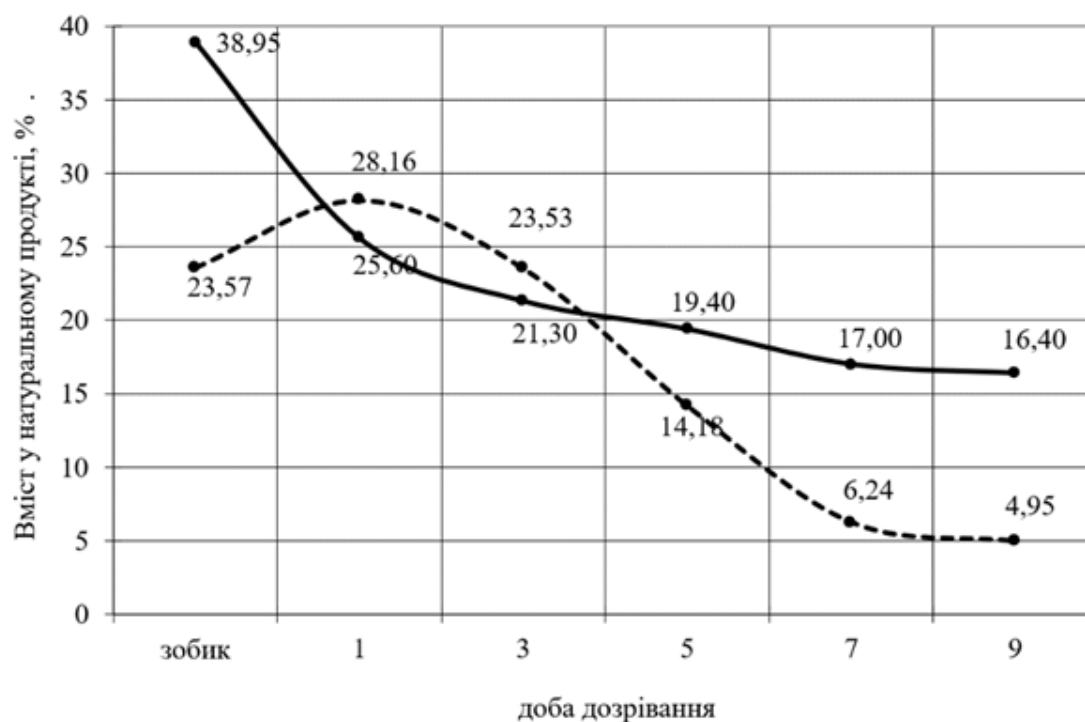


Рис. 1. Порівняння процесів дегідратації та інверсії сахарози під час дозрівання акацієвого меду.

Примітка:

— — — — вода;

- - - - - сахароза.

Після повернення ізольованих стільників із незрілим продуктом до гнізда, бджоли впродовж 3-х діб мали доступ до продукту, а потім на 4 добу почали запечатувати комірки. Мед за показниками вмісту води, моноцукрів і сахарози не відрізнявся від продукту, який перебував у гнізді з постійним доступом бджіл.

Висновки. Обґрунтовано застосування біотехнологічного прийому з тимчасової ізоляції наповнених недозрілих стільників для підви-

щення продуктивності медозбору та якості бджолиного меду.

Доведено, що тимчасова ізоляція наповнених стільників дає змогу збільшити виробництво меду в середньому на 26,6 %.

Запропонований біотехнологічний прийом дає змогу виробляти мед за показниками вмісту води, моноцукрів і сахарози, що не відрізняється від продукту, який отриманий бджолами традиційним методом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аганин А.В. Мед и его исследование. Саратов: Изд-во. Саратовского ун-та. 1985. 152 с.
2. Методика дослідної справи у бджільництві: навч. посіб./ В. Д. Броварський та ін. Київ: Видавничий дім «Вініченко», 2017. 166 с.
3. ДСТУ 4497-2005. Мед натуральний. Технічні умови. [Чинний від 2005-12-28]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 36 с. (Національний стандарт України).
4. Галатюк А. Е. Этиология и профилактика коллапса пчелиных семей. Пчеловодство. 2014. № 4. С. 64–66.
5. Косицын Н.В. Лесной медонос – акациябелая: научное издание. Пчеловодство: научно-производственный журнал. 2009. № 4. С. 18–19.
6. Ковальський Ю. В., Кирилів Я. І. Технологія одержання продуктів бджільництва. Львів: ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького, 2014. 263 с.
7. Ковка Н.С., Недашківський В.М. Тривалість та період цвітіння основних нектаропилконосів в умовах Лісостепу Правобережного. Тваринництво України. 2019. № 3–4. С. 36–39.
8. Малаю А. М. Интенсификация производства меда. М.: Колос, 1979. 174 с.
9. Виробництво, зберігання та переробка продукції бджільництва: підручник/ С. О. Петренко та ін. Одеса, 2016. 536 с.
10. Поліщук В. П. Бджільництво. Львів, Український пасічник, 2001. 294 с.

11. Разанов С.Ф., Безпальї І. Ф., Бала В. І., Донченко Т. А. Технологія виробництва продукції бджільництва. К.: Аграрна освіта, 2010. 277 с.

12. Разанов С.Ф. Виробництво меду і воску у багатокорпусних вуликах. Тваринництво України. 2008. 12. С. 43–44.

13. Разанов С.Ф., Недашківський В.М., Разанов О. С. Основи технології виробництва продукції бджільництва: навч. посіб. 2018. Вінниця, ТОВ LTD, 196 с.

14. Smodiš Škerl Maja I., Gregorc Aleš. Characteristics of hypopharyngeal glands in honeybees (*Apis mellifera carnica*) from a nurse colony. Slov Vet Res, 2015. 52 (2). P. 67–74

15. Таранов Г. Ф. Корма и кормление пчел. М.: Россельхозиздат, 1986. 160 с.

16. Цехмістренко Г.А. Аналіз світової структури виробництва і торгівлі медом. Пасіка, 2006. 1. С. 26–29.

17. Жеребкін М. В. Возрастная и сезонная изменчивость активности некоторых пищеварительных ферментов у пчел разных рас. Международный конгресс по пчеловодству, Мюнхен, 1-7 августа 1969. Бухарест Апиомондия, 1969. С. 132–136.

REFERENCES

1. Ahanyin, A.V. (1985). Med y ego issledovaniye [Honey and its research]. Saratov: Saratov University Publishing House, 195 p.

2. Brovarskyi, V.D., Brindza, Ya., Otchenashko, V.V., Povolnikov, M.H., Adamchuk, L.O. (2017). Metodyka doslidnoi spravy u bdzhilnyctvi: navch. posibnyk [Methods of research in beekeeping: a textbook]. K Kyiv: Publishing House "Vinichenko", 166 p.

3. DSTU 4497-2005. Med natural'nyj. Tehnichni umovy. [Chynnyj vid 2005-12-28] [DSTU 4497-2005. Natural honey. Specifications. [Effective from 2005-12-28]]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 36 p. (National standard of Ukraine).

4. Galatiuk, A.E. (2014). Jetiologija i profilaktika kollapsa pchelinyh semej [The Etiology and preventive maintenance collapse of bee colonies]. Pchelovodstvo [Beekeeping]. 4, pp. 1–3.

5. Kositsyn, N.V. (2009). Lesnoj medonos – akatsiya belaya: nauchnoe izdanie [Forest honey plant - white acacia: scientific publication]. Beekeeping: scientific and production journal, no. 4, pp. 18–19.

6. Kovalsky, Y.V., Cyriliv, Y.I. (2016). Tehnologija oderzhannja produktiv bdzhil'nyctva [Technology of beekeeping products]. Lviv: LNUVM and BT named after S.Z. Gzhytsky, 263 p.

7. Kovka, N. S., Nedashkovskyi, V. M. (2019). Tryvalist ta period tsvitinnia osnovnykh nektaropylkonosiv v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Duration and period of flowering of the main nectar pollinators in the conditions of the Forest-Steppe of the Right Bank]. Livestock of Ukraine. no. 3–4, pp. 36–39.

8. Malayu, A. (1979). Intensifikaciya proizvodstva meda [Intensification of honey production]. Moscow, Kolos, 174 p.

9. Petrenko, S.O., Petrenko, I.O., Yasko, V.M., Bohdan, M.K., Antonenko, P.P., Postoienco, V.O., Reshetnichenko, O.P., Makarikhina, I.V., Yasko, A.I. (2018). Vyrobnystvo, zberihannia ta pererobky produktii bdzhilnyctva [Production, storage and processing of beekeeping products: a textbook]. Odessa, 536 p.

10. Polishchuk, V. P. (2001). Bdzhilnyctvo [Apiculture]. Lviv, Ukrainian beekeeper, 294 p.

11. Razanov, S. F., Bezpalii, I. F., Bala, V. I., Donchenko, T. A. (2010) Tekhnolohiia vyrobnyctva produktii bdzhilnyctva [Technology of beekeeping production]. Kyiv: Agricultural education, 277 p.

12. Razanov, S.F. (2008). Vyrobnystvo medu i vosku u bahatokorpusnykh vulykakh [Production of honey and wax in multi-hull hives]. Livestock of Ukraine. 12, pp. 43–44.

13. Razanov, S.F., Nedashkovskyi, V.M., Razanov, O.S. (2018). Osnovy tehnologii' vyrobnyctva produktii' bdzhil'nyctva: navch. posib. [Fundamentals of beekeeping production technology: a textbook]. Vinnytsia, Ltd. LTD, 196 p.

14. Smodiš, Škerl Maja I., Gregorc, Aleš. (2015). Characteristics of hypopharyngeal glands in honeybees (*Apis mellifera carnica*) from a nurse colony. Slov Vet Res, 52 (2), pp. 67–74.

15. Taranov, G.F. (1986). Korma i kormlenie pchel [Feeding and feeding of bees]. Moscow Rosselkhozizdat, 160 p.

16. Tsekhmistrenko, H.A. (2006). Analiz svitovoi struktury vyrobnyctva i torhivli medom [Analysis of the world structure of production and trade in honey]. Apiary, 1, pp. 26–29.

17. Zherebkin, M.V. (1969). Vozrastnaya i sezonnaya izmenchivost' aktivnosti nekotorykh pishchevaritel'nykh fermentov u pchel raznykh ras [Age and seasonal variability of the activity of some digestive enzymes in bees of different races]. Mezhdunarodnyj kongres po pchelovodstvu, Mjunhen, 1-7 avgusta 1969 [International Congress of Beekeeping, Munich, 1-7 August 1969]. Bucharest: Apimondia, pp. 132–136.

Разработка биотехнологического метода временной изоляции наполненных медовых комбинаций для повышения производительности сбора меда и качества пчелиного меда

Безпальї І.Ф., Постоечко В.О., Мерзлов С.В., Постоечко Д.М.

Медопродуктивность пчелиных семей во время взятка с белой акации повышали методом отбора незрелого меда из гнезда. На их место ставили пустые соты. На пять сутки медосбора из белой акации в семьях исследовательской группы между двумя корпусами помещали третий с пустыми сотами. Между 2 и 3 корпусами ставили ограничитель пчел, позволяющий рабочим пчелам легко попасть во 2 корпус, но не позволяющий им вернуться обратно. Отбор проб меда, анализ физико-химических показателей осуществляли согласно ДСТУ 4497: 2005 «Мед натуральный. Технические условия» (ДСТУ 4497: 2005, 2007).

Обосновано применение биотехнологического приема по временной изоляции наполненных сот с незрелым медом для повышения медосбора в среднем на 26,6 % и сохранения качества готового продукта.

Во время взятка с белой акации только что принесенный нектар содержал в среднем 23,57 % сахарозы и 38,95 % воды. До завершения первых суток опыта под интенсивным воздействием пчел-приемщиц с продукта удаляется 13,35 % воды, благодаря чему произошел стремительный рост концентрации сахарозы.

На завершающем этапе девятих суток созревания пчелы изготовили запечатанный зрелый мед с содержа-

нием воды 16,40 %, сахарозы – 4,95 и 75,64 % моносахаров, количество которых изменило от исходных показателей соответственно в 2,4, 4,8 и 2,2 раза.

По возвращении изолированных сотов с незрелым продуктом в гнездо, пчелы в течение 3-х суток имели доступ к продукту, а затем на 4 сутки начали запечатывать ячейки. Мед по показателям содержания воды, моносахара и сахарозы не отличался от продукта, который находился в гнезде с постоянным доступом пчел.

Ключевые слова: созревание меда, пчелы, сахароза, моносахариды, белая акация, нектар.

Development of biotechnological method for temporary isolation of filled honeycombs to increase the productivity of honey collection and the quality of bee honey

Bezpalyi I., Postoienko V., Merzlov S., Postoienko D.

The honey productivity of bee colonies during the bribe from the white acacia was increased by the method of selection of unripe honey from the nest. Empty honeycombs were substituted in their place. On the fifth day of honey collection from white acacia in the families of the research group, a third one with empty combs was placed between two buildings. Between buildings 2 and 3, a bee limiter was placed, allowing worker bees to easily get into building 2, but did not allow

them to come back. Sampling of honey, analysis of physical and chemical parameters was carried out according to DSTU 4497: 2005 "Natural honey. Technical conditions" (DSTU 4497: 2005, 2007).

The use of a biotechnological technique for the temporary isolation of filled cells with unripe honey to increase the honey yield by an average of 26.6% and preserve the quality of the finished product has been substantiated.

At the time of bribe from white acacia, freshly brought nectar contained an average of 23.57% sucrose and 38.95% water. Until the end of the first day of the experiment, under the intense influence of the receiving bees, 13.35% of the water is removed on the product, due to which a rapid increase in the concentration of sucrose occurred. At the final stage of the ninth day of maturation, the bees sealed mature honey with a water content of 16.40%, sucrose - 4.95% and 75.64% monosaccharides.

Upon the return of the isolated combs with the immature product to the nest, the bees had access to the product for 3 days, and then on the 4th day they began to seal the cells. Honey in terms of water, monosugar and sucrose content did not differ from the product in the control group of bee colonies.

Key words: honeyripening, bees, sucrose, monosaccharides, whiteacacia, nectar.



Copyright: Безпалий І.Ф. 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.



Безпалий І.Ф.
Постоєнко В.О.
Мерзлов С.В.
Постоєнко Д.М.

ID <https://orcid.org/0000-0002-1038-1244>
ID <https://orcid.org/0000-0002-2773-9927>
ID <https://orcid.org/0000-0002-9815-4280>
ID <https://orcid.org/0000-0002-8551-5809>

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 664.682:641.1

Технологія печива функціонального призначення з фруктозою та харчовими волокнами**Антоненко А.В.** , **Босак Ю.М., Голобурда М.В., Дмитрук К.М., Казакевич С.С., Карпенко А.І.***ПВНЗ "Київський університет культури"* E-mail: Антоненко А.В. artem.v.antonenko@gmail.com

Антоненко А.В., Босак Ю.М., Голобурда М.В., Дмитрук К.М., Казакевич С.С., Карпенко А.І. Технологія печива функціонального призначення з фруктозою та харчовими волокнами. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 143–151.

Antonenko A.V., Bosak Ju.M., Goloburda M.V., Dmytruk K.M., Kazakevych S.S., Karpenko A.I. Tehnologija pechiva funkcional'nogo pryznachennja z fruktozoju ta harchovymy voloknamy. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva», 2021. № 1. PP. 143–151.

Рукопис отримано: 05.04.2021 р.

Прийнято: 19.04.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-143-151

В Україні останніми роками різко збільшується кількість соціально зумовлених хвороб, таких як цукровий діабет та ожиріння, на що впливає надлишкове споживанням легкозасвоюваних вуглеводів. Найважливішим чинником здоров'я населення є харчування та інтенсивність способу життя. Розроблення функціональних харчових продуктів з підвищеною харчовою цінністю та покращення структури харчування загалом вплине на подальший розвиток технологій харчових продуктів з підвищеною харчовою цінністю та зниженим показником глікемічного індексу. Запобігати швидкому збільшенню рівня глюкози у крові можливо через використання сировини, збагаченої харчовими волокнами. Основною проблемою в нашій країні є забезпечення населення корисними харчовими продуктами, які відповідають фізіологічним потребам організму і забезпечують фізичне здоров'я й активну працю. У статті розглядається актуальність та розроблення технологій пісочного печива функціонального призначення зі зниженим глікемічним індексом з використанням клітковини і фруктози. Проведено органолептичні, технологічні та фізико-хімічні дослідження, які довели доцільність заміни пшеничного борошна і цукру у розробленій технології. У процесі технологічного розроблення з урахуванням органолептичної оцінки обрано дослідний зразок і розроблено технологію пісочного печива «Хрумке» з частковою заміною борошна і цукру на клітковину та фруктозу відповідно. Під час визначення раціональної концентрації клітковини та фруктози за часткової заміни борошна і цукру в технології печива пісочного проведено технологічні опрацювання рецептур та досліджено органолептичні показники модельних композицій. Якість готової кулінарної продукції охарактеризовано органолептичними, фізико-хімічними, біологічними та мікробіологічними показниками, а для загальної оцінки використано комплексний показник якості. Розраховуючи показники якості пісочного печива «Хрумке», обрано такі показники: органолептична оцінка, вміст білків, жирів, вуглеводів, мінерально-вітамінний склад, харчові волокна та енергетична цінність. За результатами проведених досліджень розроблено технологію пісочного печива функціонального призначення з підвищеним вмістом харчових волокон, зниженою кількістю моно- та дисахаридів. Розроблена кондитерська продукція може бути рекомендована для харчування у повсякденних раціонах людей, що працюють на виробництвах важкої промисловості, проживають на екологічно забруднених територіях та всіх верств населення, а також для задоволення попиту споживачів на функціональні харчові продукти. Соціальна ефективність полягає у розширенні асортименту борошняних кондитерських виробів зі зниженою кількістю цукру з використанням підсолоджувача фруктози і клітковини зародків пшениці.

Ключові слова: технологія, харчова цінність, кондитерський виріб, печиво функціонального призначення, клітковина, зародки пшениці, кісточки винограду, фруктоза.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Якісне харчування населення нині є глобальною соціально-економічною проблемою, розв'язання якої потребує консолідації зусиль на світовому, національному та регіональному рівнях. Найважливішим чинником здоров'я населення є харчування та інтенсивність способу життя. В Україні останніми роками різко збільшується кількість соціально зумовлених хвороб, таких як цукровий діабет та ожиріння, на що впливає надлишкове споживанням легкозасвоюваних вуглеводів. Постає необхідність розроблення функціональних харчових продуктів з підвищеною харчовою цінністю та покращення структури харчування загалом, що вплине на подальший розвиток технологій продуктів з підвищеною харчовою цінністю та зниженим показником глікемічного індексу. Запобігати швидкому збільшенню рівня глюкози у крові можливо завдяки використанню сировини, збагаченої харчовими волокнами [1,2].

Більша частина вуглеводів (головного постачальника енергії всіх верств населення) надходить із хлібобулочними та кондитерськими виробами, однак здебільшого це легкозасвоювані вуглеводи (моносахариди: глюкоза, цукроза, мальтоза). З огляду на це, основною проблемою в нашій країні є забезпечення населення корисними харчовими продуктами, які відповідають фізіологічним потребам організму і забезпечують фізичне здоров'я й активну працю. Науковим обґрунтуванням і впровадженням раціонального харчування для населення займаються вчені усіх країн світу. Доказом цього є дані ВООЗ про проблеми і особливості харчування в Європі та Азії [1–5].

З урахуванням даних, наведених у таблиці 1, основні напрями ВООЗ для харчування населення полягають у:

- зниженні вживання насичених жирів, холестерину, цукру, солі;

- зниженні маси тіла;
- підвищенні фізичної активності;
- збільшенні кількості фруктів і овочів як джерела харчових волокон та мінеральних речовин.

Значний внесок у вирішення фундаментальних питань створення харчових продуктів складного сировинного складу як засобу профілактики та ліквідації дефіциту мікронутрієнтів зробили дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених [5–9].

Висока енергетична цінність борошняних кондитерських виробів є джерелом вуглеводів, крохмалю, цукрів і жирів, однак вироби містять вітаміни групи В, мінеральні речовини і харчові волокна [5].

Від якості і функціональних властивостей сировини залежить якість і технологія борошняних кондитерських виробів. Продукти перероблення злакових культур, плодів і овочів є джерелами фізіологічно необхідних для функціонування організму людини білків, вітамінів, мінеральних речовин і харчових волокон.

Харчові волокна здатні виводити з організму екзо- та ендогенні токсини, важкі метали, адсорбувати жовчні кислоти, і в такий спосіб впливати на їх розподіл у шлунково-кишковому тракту та на зворотне всмоктування, що впливає на обмін холестерину. Цей полісахаридний комплекс сприяє також профілактиці хронічних інтоксикацій, очищає організм, зокрема від холестерину, нормалізує апетит, попереджає розвиток раку товстої кишки [6, 10].

Встановлено, що в раціон харчування людини мають бути включені баластні речовини, клітковина, геміцелюлози, пектин, камеді, які є фізіологічно важливими компонентами їжі, що запобігають багатьом хворобам зокрема обумовленим погіршенням екологічної обстановки, зростанням числа стресових ситуацій, зниженням імунітету до багатьох збудників

Таблиця 1 – Хвороби людини, пов'язані з особливостями харчування

Дефіцит нутрієнтів у харчуванні	Надлишок і дисбаланс у харчуванні	Додаткові чинники ризику	Хвороби
Ненасичені жири	Насичені жири	Тютюнокуріння, алкоголь	Хвороби серця (ІХС, інфаркт, інсульт)
Нестача поліцукрів	Жири, легкозасвоювані вуглеводи (моносахариди, дисахариди)	Ожиріння, гіподинамія, генетичний код	Діабет
Харчові волокна	Енергетично смий раціон, цукор, жири, алкоголь	Гіподинамія	Ожиріння
Овочі, фрукти	Алкоголь	Нітрати, здоба	Рак шлунка
Клітковина	Жири, цукор м'ясо	-	Рак кишківника

захворювань (табл. 2) [11]. Нині розроблення функціональних продуктів з підвищеним умістом харчових волокон і необхідних есенціальних нутрієнтів є актуальним і має підтримку урядів розвинутих країн [7,12].

Особливе місце серед кондитерських борошняних виробів посідають вироби з пісочного тіста (34 % від усіх) завдяки смаковим властивостям, широкому асортименту і невисокій вартості.

У раціоні харчування людей з вуглеводним дисбалансом для фізіологічного задоволення потреб необхідна наявність продуктів з підвищеним умістом харчових волокон та зниженим глікемічним індексом [3].

Показник, який характеризує вплив харчових продуктів на рівень глюкози у крові, визначено як глікемічний індекс (ГІ). Зі збільшенням значення глікемічного індексу у харчових продуктах, швидше зростає рівень цукру у крові після їх вживання. У результаті споживання продуктів з високим глікемічним індексом люди з надлишковою масою тіла засвоюють майже в два рази більше калорій, ніж після споживання продуктів з низьким ГІ. Продукти зі зниженим ГІ – це здебільшого овочі та фрукти, однак слід враховувати не лише хімічний, мінеральний склад, а й спосіб теплового оброблення, який безпосередньо впливає на рівень ГІ [3, 16–19].

Враховуючи викладене вище, актуальним є розроблення технології борошняних кондитерських виробів (БКВ), які будуть збагачені харчовими волокнами і можуть бути рекомендовані людям з метаболічним синдромом у ра-

ціонах зі зниженим показником глікемічного індексу.

Мета дослідження – наукове обґрунтування та розроблення технологій борошняних кондитерських виробів функціонального призначення з підвищеною харчовою цінністю.

Матеріали і методи дослідження. За контроль обрано традиційну технологію виготовлення пісочного виробу № 8 «Пісочний (основний)» відповідно до «Збірника рецептур борошняних кондитерських та булочних виробів» [13].

Методи дослідження: органолептичні, фізико-хімічні, визначення вітамінів методом тонкошарової хроматографії, експертні, математично-статистичні моделювання, оброблення експериментальних даних із використанням сучасного програмного забезпечення [14–17].

Результати дослідження та обговорення. Для зменшення кількості легкозасвоюваних вуглеводів та зниження показника ГІ в технології приготування пісочного печива зменшували вміст цукру та борошна, використовуючи фруктозу та клітковину.

Фруктоза (ТУ У 15.6-32062796-010:2007) – це дисахарид $C_6H_{12}O_6$, який являє собою порошок білого кольору, повільно засвоюється в кишечнику, майже без участі інсуліну (табл. 3). Підсолоджувач використовують для виготовлення виробів для людей з порушеним вуглеводним обміном.

Клітковина зародків пшениці з кісточками винограду (ТУ У 15.4-32062796-007:2006) – це знежирений продукт, у якому міститься комплекс макро- і мікроелементів: Ca, P, Zn, S, K,

Таблиця 2 – Забезпечення раціонів нутрієнтами

Нутрієнти	Джерело нутрієнтів	Напрями корекції раціонів харчування
Харчові волокна: пектин, клітковина,	Клітковина зародків пшениці із зернятками винограду, яблука	Забезпечення нормального білкового обміну та роботи шлунково-кишкового тракту
Вітаміни С, Е, групи В, Fe, Zn	Шпинат, яблука	Забезпечення імунітетної функції організму
Fe, Zn, РР триптофан, лізин, лейцин, метіонін	Сухе молоко	Забезпечення нормального функціонування серцево-судинної системи, кровотворення
Йод триптофан, лізин, лейцин, метіонін	-	Забезпечення нормального функціонування ендокринної системи
Підсолоджувач	Фруктоза кристалічна	Зниження кількості легкозасвоюваних вуглеводів

Таблиця 3 – Органолептичні показники клітковини зародків пшениці з кісточками винограду та фруктози

Показники якості	Клітковина	Фруктоза
Зовнішній вигляд	Розсипчаста, порошкоподібна	Порошок
Колір	Світло-сіруватий	Білувато-кристалічний
Смак	Борошна	Солодкий
Запах	Відсутній	Відсутній

Mg, Fe, Mn, Cu, Se, Br, Cr, Ni, Cl; амінокислоти, вітаміни С, Е, РР, групи В, флавоноїди (кверцетин, резвератрол, антоціанідини), харчові волокна і має унікальні властивості радіопротектора [1–3].

Під час визначення раціональної концентрації клітковини та фруктози за часткової заміни борошна і цукру в технології печива з пісочного тіста проведено дослідження органолептичних показників модельних композицій (табл. 4). Механічне кулінарне оброблення (МКО) дієтичних добавок не передбачає додаткових технологічних операцій.

Таблиця 4 – Модельні композиції печива «Хрумке» із заміною борошна та цукру

Модельні композиції	Співвідношення заміни борошна на клітковину (Б:К), (%)	Співвідношення заміни цукру на фруктозу (Ц:Ф), (%)
МК 1	90:10	-
1.1	90:10	20:80
1.2	90:10	50:50
1.3	90:10	60:40
1.4	90:10	80:20
МК 2	80:20	-
2.1	80:20	20:80
2.2	80:20	50:50
2.3	80:20	60:40
2.4	80:20	80:20
МК 3	70:30	-
3.1	70:30	20:80
3.2	70:30	50:50
3.3	70:30	60:40
3.4	70:30	80:20
МК 4	50:50	-
4.1	50:50	20:80
4.2	50:50	50:50
4.3	50:50	60:40
4.4	50:50	80:20

Органолептичне оцінювання зразків проводили за розробленою методикою з урахуванням коефіцієнта вагомості для показників: зовнішній вигляд, колір, запах, смак та консистенція. Проаналізувавши органолептичні показники встановлено, що раціональним є співвідношення у модельної композиції МК 2.2, де борошно було замінено на клітковину 80:20, а цукор – на фруктозу 50:50 (табл. 5).

У процесі технологічного розроблення з урахуванням органолептичної оцінки, згідно з якою було обрано дослідний зразок, розроблено технологію печива «Хрумке» з частковою заміною цукру та борошна на фруктозу та клітковину відповідно (рис. 1) [20].

Досліджено харчову цінність печива пісочного «Хрумке». З наведених даних можна зробити висновок, що кількісні показники нутрієнтів у дослідному зразку підвищилися порівняно з контролем (табл. 6).

Проаналізовано хімічний склад і наведено дані задоволення добової фізіологічної потреби організму у нутрієнтах за споживання печива «Хрумке» (табл. 7).

Якість готових страв та кулінарних виробів характеризують органолептичними, фізико-хімічними, біологічними та мікробіологічними показниками, а для загальної оцінки використовували комплексний показник якості за методикою Пересічного М.І. [1]. Розраховуючи показники якості пісочного печива «Хрумке», обрано такі показники: вміст білків, жирів, вуглеводів, мінерально-вітамінний склад, харчові волокна, органолептична оцінка та енергетична цінність (табл. 8). Математичне оброблення даних проводили на базі програмного забезпечення Microsoft Office Excel 2019.

Таблиця 5 – Органолептична оцінка печива «Хрумке»

Модельні композиції	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	Консистенція	Всього
КОНТРОЛЬ	1	1	1	1	1	5
МК 1	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	2,8
1.1	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	3,1
1.2	0,7	0,7	0,5	0,8	0,6	3,3
1.3	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	3,3
1.4	0,4	0,6	0,5	0,6	0,8	2,9
МК 2	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	3,4
2.1	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	3,8
2.2	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	4,3
2.3	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	4
2.4	0,5	0,6	0,5	0,8	0,6	3
МК 3	0,8	0,6	0,5	0,8	0,7	3,4
3.1	0,6	0,8	0,5	0,7	0,4	3
3.2	0,5	0,5	0,7	0,7	0,4	2,8
3.3	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	3
3.4	0,5	0,7	0,6	0,8	0,7	3,3
МК 4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	3,2
4.1	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7	3,2
4.2	0,6	0,7	0,5	0,5	0,7	3
4.3	0,5	0,7	0,8	0,5	0,8	3,3
4.4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	3,3

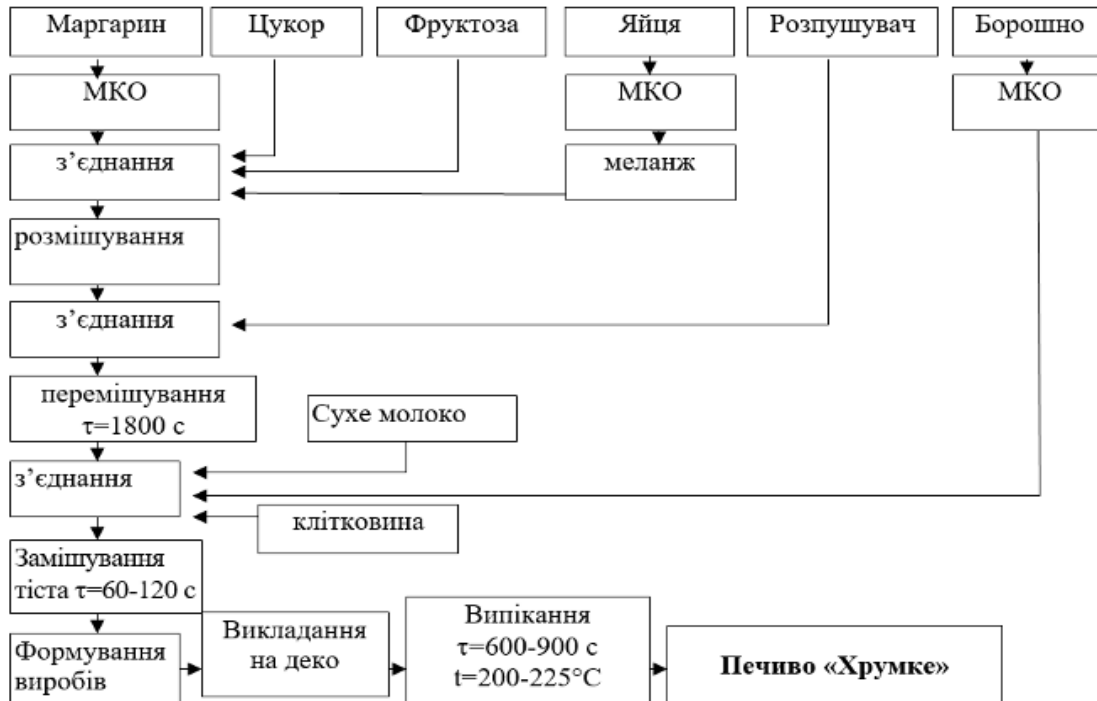


Рис. 1. Технологічна схема приготування пісочного печива «Хрумке».

Таблиця 6 – Харчова цінність печива «Хрумке»

Найменування показника	Контроль	Дослід	Різниця, г	Різниця, %
Білки, г	7,4	9,2	+1,8	+24,3
Жири, г	9,4	9,6	+0,2	+2,1
Вуглеводи, г	73,1	98,3	+25,2	+34,5
Моно і дисахариди, г	25,8	12,8	-13	-50,4
Крохмаль, г	47,3	34,4	-12,9	-27,3
Харчові волокна, г	3,9	7	+3,1	+79,5
Енергетична цінність, ккал	407	307	-100	-24,6
Вітаміни				
Вітамін РР, мг	1,41	2,01	+0,6	+42,5
Вітамін В1 (тіамін), мг	0,13	0,92	+0,79	+607,7
Вітамін В2 (рибофлавін), мг	0,06	0,07	+0,01	+16,7
Вітамін С, мг	0,05	0,012	-0,04	-76
Мінеральні речовини				
Кальцій, мг	79,4	90,1	+10,7	+13,5
Магній, мг	12,5	8,1	-4,4	-35,2
Натрій, мг	18,5	20,4	+1,9	+10,3
Фосфор, мг	55,4	43,8	-11,6	-20,9
Залізо, мг	0,9	1,9	+1	+111,1
Марганець, мг	10,5	18,9	+8,4	+80

Таблиця 7 – Задоволення добової потреби за споживання печива «Хрумке»

Показник	Добова потреба	Контроль, %	Дослід, %
Білки, г	90,0	9,2	11,1
Жири, г	60,0	15,0	15,4
Вуглеводи, г	500,0	14,0	11,2
Са, мг	1200,0	7,6	7,7
Mg, мг	400,0	3,1	2,2
P, мг	1200,0	5,1	3,9
Fe, мг	15,0	5,5	12,5
B1, мг	1,6	8,1	47,0
B2, мг	2,0	3,1	5,5
PP, мг	13,0	10,5	15,6
C, мг	80,0	0,1	0,2
Na, мг	120,0	15,5	19,0

Таблиця 8 – Комплексна оцінка якості пісочного печива

Показник якості	Коефіцієнт вагомості α_i	Рієт	Контроль			Дослід		
			Pi	qi	Qij	Pi	qi	Qij
Органолептична оцінка, бали	17	5	9	98	16,66	4,8	0,96	16,32
Вміст білків, %	6	20	0,8	2,74	4,44	0,36	52	3,11
Вміст жирів, %	7	10	7,09	1	11,96	17,35	2,74	12,15
Енергетична цінність, кДж	10	300	407	36	13,57	306	1,02	10,20
Ca, мг	9	30	93	3	2,98	26	8	3,38
Mg, мг	4	0	9	5	1,39	76	23	0,90
P, мг	5	30	92	23	1,15	48	18	0,91
Fe, мг	6	30	5	28	1,70	55	65	3,91
B 1, мг	4	0	4	8	1,92	100	33	13,33
B2, мг	4	30	5	7	0,67	5,83	0,19	0,78
PP	5	30	73	2	2,12	18	1	3,03
Вміст сухих речовин, %	2	150	95	0,63	1,27	159	1,06	2,12

Органолептична оцінка досліджуваного зразка наближається до контрольного зразка печива. Загальний вміст мінеральних речовин та вітамінів збільшується, а комплексний показник якості також зростає за органолептичною оцінкою, білками, вуглеводами, мінеральними речовинами, вітамінами.

Висновки. За результатами проведених досліджень розроблено технологію пісочного печива функціонального призначення із підвищеним умістом харчових волокон, зниженою кількістю моно- та дисахаридів, де борошно було замінено на клітковину 80:20, а цукор –

на фруктозу 50:50. Соціальна ефективність розробленої технології печива полягає у розширенні асортименту борошняних кондитерських виробів зі зниженою кількістю цукру та використанням фруктози і клітковини зародків пшениці. Розроблена кондитерська продукція може бути рекомендована для харчування у повсякденних раціонах людей, що працюють на виробництвах важкої промисловості, проживають на екологічно забруднених територіях, та всіх верств населення, а також для задоволення попиту споживачів на функціональні харчові продукти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мазаракі А.А. Технологія харчових продуктів функціонального призначення. Київ: КНТЕУ, 2012. 1116 с.
2. Львович И.Я. Перспективные тренды развития науки: техника и технологии. Одеса: КУПРИЕНКО С.В. 2016. 197 с.
3. Корзун В. Н., Гаркуша С. Л. Заходи профілактики та лікування метаболічного синдрому у населення. Довкілля та здоров'я. 2016. № 1. С. 9–13
4. Черевко О.І. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. Харків: ХДУХТ, 2017. 591 с.
5. Yatsenko V.M. Financial-economic and innovative support of entrepreneurship development in the spheres of economy, tourism and hotel-restaurant business. Agenda Publishing House, Coventry, United Kingdom. 2017. 619 p.
6. Русавська В.А. Теоретико-практичні підходи до ефективного функціонування ринку готельно-ресторанних послуг: стан, проблеми, тенденції. Київ: Видавництво Ліра, 2018. 420 с.
7. Дымань Т.Н., Шевченко С.И. Новые тенденции в питании человека. К.: Гнозис, 2007. 76 с.
8. Гамаюнова В.В. Инновационные технологии в жизни современного человека. Одесса: КУПРИЕНКО С.В. 2020. 209с.
9. Brovenko T. Food design as the actual direction of the interdisciplinary researches. Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв: наук. журнал. 2018. № 2. С. 91–94.
10. Земліна Ю.В. Технологія борошняних страв на основі нетрадиційної сировини. Вчені записки: науковий журнал ТНУ ім. В.І. Вернадського. Технічні науки. Т. 30 (69). 2019. № 4. С. 77–82.
11. Криворучко М.Ю. Структурно-механічні властивості прісного тіста з борошна пророщеного зерна пшениці. Товари і ринки: міжнар. наук.-практ. журн. 2012. № 1. С. 82–88.
12. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под. ред. В.А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.
13. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. Москва: Экономика, 1982. 495 с.

14. Михайлик В.С. Технологія та якість печива зі шротами олійних культур. Харчова наука і технологія: науково-виробничий журнал. 2016. № 1. С. 72–77.

15. Кравченко М.Ф., Криворучко М.Ю. Структурно-механічні властивості прісного тіста з борошна пророщеного зерна пшениці. Товари і ринки: міжнародний науково-практичний журнал. 2012. № 1. С. 82–88.

16. Антоненко А.В. Борошно з пророщеного зерна вівса як основа для борошняних кондитерських виробів. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2014. № 46 (1). С. 149–153.

17. Журавська А.А. Новітні технології кондитерських виробів підвищеної харчової цінності. Научные труды SWorld. 2013. № 1. С. 73–77.

18. Довга О.О., Ліфренко О.С. Удосконалення технології борошняних кулінарних виробів для харчування дітей. Научный взгляд в будущее: международное периодическое научное издание. 2016. № 3. С. 4–11.

19. Кравченко М.Ф. Наукове обґрунтування і розроблення фруктових систем як основи для солодких соусів. Товари і ринки: міжнар. наук.-практ. журн. 2009. № 2. С. 76–82.

20. Мазаракі А.А. Збірник рецептур кулінарної продукції і напоїв функціонального призначення. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2013. 772 с.

REFERENCES

1. Mazaraki, A.A. (2012). Tekhnologiya harchovih produktiv funktsional'nogo pryznachennya [Functional food technology]. Kyiv: KNTEU, 1116 p.

2. L'vovich, I.YA. (2016) Perspektivnye trendy razvitiya nauki: tekhnika i tekhnologii [Promising trends in science: technology and technology]. Odessa: S.V. KUPRIENKO. 197 p.

3. Korzun, V. N., Harkusha, S. L. (2016). Zakhody profilaktyky ta likuvannya metabolichnogo syndromu u naselennia [Measures for prevention and treatment of metabolic syndrome in the population]. Dovkillia ta zdorovia [Environment and health]. no. 1, pp. 9–13.

4. Cherevko, O.I. (2017). Innovacijni tehnologii' harchovoi' produktsii' funktsional'nogo pryznachennja [Innovative technologies of functional food products]. Kharkiv: KhDUHT, 591 p.

5. Yatsenko, V.M. (2017). Financial-economic and innovative support of entrepreneurship development in the spheres of economy, tourism and hotel-restaurant business. Agenda Publishing House, Coventry, United Kingdom. 619 p.

6. Rusavs'ka, V.A. (2018). Teoretyko-praktychni pidhody do efektyvnogo funkcionuvannja rynku gotel'no-restorannyh poslug: stan, problemy, tendencii' [Theoretical and practical approaches to the effective functioning of the market of hotel and restaurant services: status, problems, trends]. Kyiv: Lira Publishing House, 420 p.

7. Diman', T.N., Shevchenko, S.I. (2007). Novye tendencii v pitanii cheloveka [New trends in human nutrition]. K.: Gnosis, 76 p. (in Russian).

8. Gamayunova, V.V. (2020) Innovacionnye tekhnologii v zhizni sovremennogo cheloveka [Innovative technologies in the life of a modern person]. Odessa: S.V. KUPRIENKO. 209 p.

9. Brovenko, T. (2018). Food design as the actual direction of the interdisciplinary researches. Visnyk

Natsionalnoi akademii kerivnykh kadrov kultury i mystetstv: nauk. zhurnal [Bulletin of the National Academy of Culture and Arts: Sciences. magazine]. no. 2, pp. 91–94.

10. Zemlina, U.V. (2019). Tehnologija boroshnjanyh strav na osnovi netradycijnoi' syrovyny [Technology of flour dishes based on non-traditional raw materials]. Vcheni zapysky: naukovyj zhurnal TNU im. V.I. Vernads'kogo [Scientific notes: scientific journal of TNU. V.I. Vernadsky]. Tehnichni nauky [Technical sciences]. Vol. 30 (69), no. 4, pp. 77–82.

11. Kryvoruchko, M.Iu. (2012). Strukturno-mehanichni vlastyvoli prsnogo tista z boroshna proroshhenogo zerna pshenyzi [Structural and mechanical properties of fresh dough from germinated wheat flour]. Tovary i rynky: mizhnar. nauk.-prakt. zhurn [Goods and markets: international. scientific-practical magazine]. no. 1, pp. 82–88.

12. Tutel'jana, V.A. (2002). Hymycheskyj sostav rossyjskych pyshhevyh produktov: spravochnyk [Chemical composition of Russian food products: a handbook]. M.: DeLy prynt, 236 p.

13. Sbornik receptur bljud i kulinaryh izdelij dlja predpriyatij obshhestvennogo pitaniya [Collection of recipes for dishes and culinary products for public catering establishments]. Moscow: Economy, 495 p.

14. Mykhailyk, V.S. (2016). Tekhnolohiia ta yakist pechiva zi shrotamy oliinykh kultur [Technology and quality of cookies with oilseed meal]. Kharchova nauka i tekhnolohiia: naukovy-vyrobnychiy zhurnal [Food Science and Technology: Research and Production Journal]. no. 1, pp. 72–77.

15. Kravchenko, M.F., Kryvoruchko, M.Iu. (2012). Strukturno-mekhanichni vlastyvoli prsnogo tista z boroshna proroshchenogo zerna pshenyzi [Structural and mechanical properties of fresh dough from germinated wheat flour]. Tovary i rynky: mizhnarodnyi naukovy-praktychnyi zhurnal [Goods and markets: international scientific and practical journal]. no. 1, pp. 82–88.

16. Antonenko, A.V. (2014). Boroshno z proroshchenogo zerna vsva yak osnova dlja boroshnanykh kondyterskykh vyrobiv [Sprouted oat grain flour as a basis for flour confectionery]. Naukovi pratsi Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii [Scientific works of the Odessa National Academy of Food Technologies]. no. 46 (1), pp. 149–153.

17. Zhuravska, A.A. (2013). Novitni tekhnolohii kondyterskykh vyrobiv pidvyshchenoi kharchovoi tsinnosti [The latest technologies of confectionery products of high nutritional value]. Nauchnye trudy SWorld [Scientific works of SWorld]. no. 1, pp. 73–77.

18. Dovha, O.O., Lifrenko, O.S. (2016). Udoskonalennia tekhnolohii boroshnanykh kulinarykh vyrobiv dlja kharchuvannia ditei [Improving the technology of flour culinary products for children's nutrition]. Nauchnyj vzgljad v budushchee: mezhdunarodnoe periodicheskoe nauchnoe izdanie [A scientific look into the future: an international scientific periodical]. no. 3, pp. 4–11.

19. Kravchenko, M.F. (2009). Naukove obhruntuvannia i rozroblennia fruktovykh system yak osnovy dlja solodkykh sousiv [Scientific substantiation and development of fruit systems as a basis for sweet sauces]. Tovary i rynky: mizhnar. nauk.-prakt. zhurn [Goods and markets: international. scientific-practical magazine]. no. 2, pp. 76–82.

20. Mazaraki, A.A. (2013). Zbirnyk retseptur kulinarnoi produktsii i napoiv funktsionalnoho pryznachennia [Collection of recipes for culinary products and functional drinks]. Kyiv: Kyiv National University of Trade and Economics, 772 p.

Технология печенья функционального назначения с фруктозой и пищевыми волокнами

Антоненко А.В., Босак Ю.Н., Голобурда М.В., Дмитрук К.Н., Казакевич С.С., Карпенко А.И.

В Украине в последние годы резко увеличивается количество социально обусловленных болезней, таких как сахарный диабет и ожирение, на что влияет избыточное потреблением легкоусвояемых углеводов. Важнейшим фактором здоровья населения является питания и интенсивность образа жизни. Разработка функциональных пищевых продуктов с повышенной пищевой ценностью и улучшение структуры питания в целом повлияет на дальнейшее развитие технологий пищевых продуктов с повышенной пищевой ценностью и пониженным показателем гликемического индекса. Предотвращать быстрое увеличение уровня глюкозы в крови возможно за счет использования сырья, обогащенного пищевыми волокнами. Основной проблемой в нашей стране является обеспечение населения полезными продуктами, которые соответствуют физиологическим потребностям организма и обеспечивают физическое здоровье и активную работу. В статье рассматривается актуальность и разработка технологий песочного печенья функционального назначения с пониженным гликемическим индексом с использованием клетчатки и фруктозы. Проведено органолептические, технологические и физико-химические исследования, которые доказали целесообразность замены пшеничной муки и сахара в разработанной технологии. В процессе технологических разработок с учетом органолептической оценки избран опытный образец и разработана технология песочного печенья «Хрустящее» с частичной заменой муки и сахара клетчаткой и фруктозой соответственно. При определении рациональной концентрации клетчатки и фруктозы при частичной замене муки и сахара в технологии печенья песочного проведены технологические разработки рецептур и исследованы органолептические показатели модельных композиций. Качество готовой кулинарной продукции охарактеризовано органолептическими, физико-химическими, биологическими и микробиологическими показателями, а для общей оценки использован комплексный показатель качества. Рассчитывая показатели качества песочного печенья «Хрустящее», выбраны следующие показатели: органолептическая оценка, содержание белков, жиров, углеводов, минерально-витаминный состав, пищевые волокна и энергетическая ценность. По результатам проведенных исследований разработана технология песочного печенья функционального назначения с повышенным содержанием пищевых волокон, сниженным количеством моно- и дисахаридов. Разработанная кондитерская продукция может быть рекомендована для питания в повседневных рационах людей, работающих на производствах тяжелой промышленности, проживающих на экологически загрязненных территориях и всех слоев населения, а также для удовлетворения спроса потребителей на функциональные пищевые продукты. Социальная эффективность

заключается в расширении ассортимента мучных кондитерских изделий с пониженным количеством сахара с использованием подсластителя фруктозы и клетчатки зародышей пшеницы.

Ключевые слова: технология, пищевая ценность, кондитерское изделие, печенье функционального назначения, клетчатка, зародыши пшеницы, косточки винограда, фруктоза.

The technology of functional bakery cookies with fructose and food fibers

Antonenko A., Bosak Y., Goloburda M., Dmitruk K., Kazakevich S., Karpenko A.

In Ukraine, the number of socially conditioned diseases, such as diabetes and obesity, has increased sharply in recent years, which is influenced by excessive consumption of easily digestible carbohydrates. The most important factor in the health of the population is nutrition and intensity of lifestyle. The human diet should include fiber, hemicellulose, pectin, gums, which are physiologically important components of food that prevent many human diseases, including due to deteriorating environmental conditions, increasing the number of stressful situations, reduced immunity to many pathogens diseases. The quality and technology of flour confectionery depends on the quality and functional properties of raw materials. Products of processing cereals, fruits and vegetables are sources of physiologically necessary for the functioning of the human body proteins, vitamins, minerals and dietary fiber. The development of functional foods with high nutritional value and the creation of ways to improve the structure of nutrition in general will affect the further development of technologies for foods with high nutritional value and low glycemic index. It is possible to prevent a rapid increase in blood glucose levels through the use of raw materials enriched with dietary fiber. The main problem in our country is to provide the population with useful food products that meet the physiological needs of the body and ensure physical health and active work.

The article considers the topicality and development of technologies of functional shortbread cookies with low glycemic index using fiber and fructose. Organoleptic, technological and physicochemical studies were conducted, which proved the feasibility of replacing wheat flour and sugar in the developed technology. In the process of technological development, taking into account the organoleptic evaluation, a prototype was selected and the technology of shortbread cookies "Crispy" with partial replacement of flour and sugar with fiber and fructose, respectively. In determining the rational concentration of fiber and fructose in the partial replacement of flour and sugar in the technology of shortbread cookies, technological processing of recipes and studied the organoleptic characteristics of the model compositions. The quality of finished culinary products is characterized by organoleptic, physicochemical, biological and microbiological indicators, and a comprehensive quality indicator is used for the overall assessment. Calculating the quality indicators of shortbread cookies "Crispy", the following indicators were selected: organoleptic evaluation, content of proteins, fats, carbohydrates, mineral and vitamin composition, dietary fiber and energy value. According to the results of the research, the technology of functional shortbread cookies with high content of dietary fiber, reduced

amount of mono- and disaccharides was developed. The developed confectionery can be recommended for food in the daily diets of people working in heavy industry, living in environmentally contaminated areas and all segments of the population, as well as to meet consumer demand for

functional foods. Social efficiency is to expand the range of low-sugar flour confectionery using the sweetener fructose and wheat germ fiber.

Key words: technology, nutritional value, confectionery, functional cookies, fiber, wheat germ, grape seeds, fructose.



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



Антощенко А.В.

ID <http://orcid.org/0000-0001-9397-1209>

УДК 633.522:664.31:665.35

Конопляна сировина: нові перспективи для харчової промисловості

Роль Н.В. , Надточій В.М. , Цебро А.Д. , Вовкогон А.Г. ,

Мерзлова Г.В. , Калініна Г.П. , Гребельник О.П. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Роль Н. В. E-mail: nataliia.rol@btsau.edu.ua



Роль Н.В., Надточій В.М., Цебро А.Д., Вовкогон А.Г., Мерзлова Г.В., Калініна Г.П., Гребельник О.П. Конопляна сировина: нові перспективи для харчової промисловості. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 152–158.

Rol' N.V., Nadtochij V.M., Cebro A.D., Vovkogon A.G., Merzlova G.V., Kalinina G.P., Grebel'nyk O.P. Konopl'jana syrovyna: novi perspektivy dlja harchovoї promyslovosti. Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnytva i pererobky produkciї tvarynnystva», 2021. № 1. PP. 152–158.

Рукопис отримано: 26.04.2021 р.

Прийнято: 07.05.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-152-158

У статті розглянуто сучасні тенденції вирощування та технології перероблення технічних конопель, вирощених в Україні. Проаналізовано нормативно-технічну документацію, що регламентує використання продукції з технічних конопель у харчовій промисловості. Проведено порівняльний аналіз жирнокислотного складу різних видів олії, зокрема конопляної. Доведено особливу цінність конопляної олії для людини завдяки вмісту поліненасичених жирних кислот та жиророзчинних вітамінів. Конопляна олія є багатим і збалансованим джерелом лінолевої (Омега-6), альфа-ліноленової (Омега-3) жирних кислот. Вплив цих двох поліненасичених жирних кислот на здоров'я людини полягає в протизапальних, антитромботичних, антиаритмічних та гіполіпідемічних властивостях. Конопляна олія також містить значну кількість токоферолів, які виявляють антиоксидантну активність.

Вітчизняними селекціонерами виведені високопродуктивні сорти конопель ЮСО 31, Гляна, Вікторія, Зоряна, Ніка із вмістом тетрагідроканабінолу, близьким до нуля.

Використання насіння конопель у харчовій промисловості обмежене його поганими характеристиками за деякими функціональними показниками, тому проведено порівняльний аналіз методів оброблення, розроблених для покращення цих властивостей. Зазвичай насіння промислових конопель розглядають як відходи виробництва та використовують здебільшого як корм для тварин. Як прямий компонент або добавку для харчових продуктів насіння конопель, яке не містить глютену, використовують лише останніми роками. Крім того, описано технології виготовлення харчових продуктів, які містять конопляну сировину.

Стаття спрямована на узагальнення хімічного складу, поживної цінності та потенційної користі для здоров'я насіння конопель за даними досліджень *in vitro* та *in vivo*.

Ключові слова: коноплі, олія, насіння, харчова промисловість.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Здоровий спосіб життя та правильне харчування є актуальними для суспільства. Тривалий час питання повноцінності харчування не мало поширення. Однак наукові дослідження свідчать, що дисбаланс поживних речовин у раціоні харчування спричинює розвиток хронічних захворювань та зумовлює «молодшання» хвороб, які раніше діагностували у людей старшого віку. Отже, розширення асортименту продуктів харчування та страв, які б мали змогу забезпечити організм поживними речовинами в оптимальних співвідно-

шеннях, є одним з головних питань науки та харчової промисловості.

Суспільство звикло до звичайного слова «їжа», адже вона потрібна організму для забезпечення процесів життєдіяльності, енергетичного обміну. Основне призначення їжі – джерело енергії та витратний матеріал для відновлення організму.

Велику увагу серед пересічних громадян привертає суперфуд, оскільки в Україні такі продукти представлені лише віднодавна. Суперфуд (superfood) – це природна рослинна сировина, яка відрізняється підвищеним вмістом білків,

вітамінів, мінералів, незамінних кислот, антиоксидантів, інших корисних речовин і водночас має мінімум калорій. Відомими суперфудами є ягоди годжі, насіння чіа та кіноа, спіруліна, какао-боби та продукти їх перероблення [1, 2, 3].

Одним із представників суперфуд є насіння промислових (ненаркотичних) конопель, які мають функціональні та оздоровчі властивості завдяки вмісту поліненасичених жирних кислот (Омега-3, 6, 9), незамінних амінокислот, клітковини, вітамінів, макро- та мікронутрієнтів [4, 5, 6].

Перспективним джерелом харчової сировини є промислові коноплі (*Cannabis sativa L.*, Cannabaceae). Коноплі – незвичайна культура, яка має велике значення для суспільства та промисловості, оскільки її можна використовувати для виробництва продуктів харчування, одягу, текстилю, біорозкладаних пластмас, паперу, фарб, корму для тварин. Різні частини рослини – цінне джерело інгредієнтів харчової промисловості. Суцвіття коноплі характеризується високим вмістом непсихоактивних біологічно активних канабіоїдів – канабідіолом. Вони мають сильну анксиолітичну, спазмолітичну, протисудомну дію.

У світі існує майже 40 сортів коноплі, яку вирощують для промислового використання. Вони різняться хімічним складом, що є визначальним чинником для їх перероблення.

Отже, актуальним є аналіз наукових досліджень за тематикою використання конопляної олії, борошна та протеїну в харчовій промисловості.

Метою дослідження є аналіз стану вирощування та перероблення промислових конопель в Україні та світі, перспективи використання конопляної продукції у харчовій промисловості.

У статті використано сучасні наукові та статистичні дані щодо обсягів вирощування та перероблення технічних конопель в Україні, а також висвітлено перспективні технології використання конопляного насіння в різних галузях харчової промисловості.

Результати дослідження та обговорення. Відродження коноплярства в Україні роз-

почалося з 2012 року. Галузь має потенційні можливості для стабілізації стану й подальшого розвитку, насамперед, завдяки сприятливим природно-кліматичним умовам, одержанню високих урожаїв волокна й насіння, наявності матеріально-технічної бази. Вітчизняними вченими з Інституту луб'яних культур Національної академії аграрних наук України створено високопродуктивні сорти конопель (ЮСО 31, Гляна, Вікторія, Зоряна, Ніка та ін.) з низьким вмістом тетрагідроканабінолу (ТГК). Ці сорти конопель не мають аналогів за кордоном. В Україні посівні площі під технічні коноплі в 2016 р. становили 5000 га. Посівні площі технічних конопель у 2020 році зменшились та становлять приблизно 3000 га [7, 8, 9].

Основними продуктами перероблення насіння конопель в Україні є: олія, борошно, висівки та протеїновий конопляний порошок. У конопляній олії співвідношення ненасичених жирних кислот Омега-3 і Омега-6 – збалансоване для здоров'я людини та відповідає рекомендаціям Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ ООН). Відповідно до них, людині необхідно від 1 до 3 г Омега-3 і 4 г Омега-6 жирних кислот у складі рослинної олії. Для дотримання рекомендацій варті вживати 20–25 мл конопляної або лляної олії на добу. Харчова та енергетична цінність конопляної олії становлять 98,86 г/100 г та 8,98 ккал/г відповідно [10, 11, 12].

Амінокислотний профіль білка насіння коноплі близький до амінокислотного профілю яєчного білка і сої з високою концентрацією аргініну, гліцину та гістидину [13].

Порівняльну характеристику жирнокислотного складу різних видів олій наведено у таблиці 1 [10, 13].

Конопляна олія є багатим джерелом лінолевої та ліноленової кислот – незамінних жирних кислот, оскільки вони не можуть синтезуватися організмом ссавців і, відповідно, мають надходити з харчовими продуктами. Лінолева кислота необхідна як попередник для синтезу дигомо-γ-ліноленової та арахідонової кислот,

Таблиця 1 – Жирнокислотний склад різних видів олій

Жирна кислота	Вміст кислоти, %		
	Конопляна олія	Лляна олія	Соняшникова олія
C 16:0 пальмітинова	5,7	5,6	6,53
C 18:0 стеаринова	3,0	5,4	2,80
C 18:1 олеїнова (Омега-9)	13,6	17,9	30,29
C 18:2 лінолева (Омега-6)	54,8	15,5	57,12
C 18:3 альфа-ліноленова (Омега-3)	18,5	55,3	0,08
C 18:2 гама-ліноленова (Омега-6)	1,3	0,0	0,00
C 20:0 арахідова	2,4	0,2	0,26

тимчасом α -ліноленова кислота потрібна для виробництва ейкозапентаєнової кислоти. Науковцями були проведені дослідження щодо потенційної захисної дії цих жирних кислот проти серцево-судинних захворювань, цукрового діабету та ожиріння [14].

Використання конопляної олії в харчовій промисловості здійснюється відповідно до чинної нормативної документації, а саме: ДСТУ ISO 5507:2003 «Насіння олійних культур», ДСТУ ISO 660:2009 «Жири тваринні та рослинні й олії. Методи визначення кислотного числа та кислотності», ДСТУ ISO 3960:2001 «Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення перекисного числа», ДСТУ ISO 3961:2004 «Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення йодного числа», ДСТУ ISO 3657:2004 «Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення числа омилення», ДСТУ ISO «Жири та олії тваринні й рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот». Варто зазначити, що нещодавно було розроблено та затверджено нормативну документацію на готову продукцію: ТУ У 10.4-39224310-001:2019 «Олія конопляна. Технічні умови», ТУ У 10.4-39224310-002:2019 «Борошно конопляне, висівки конопляні, протеїн конопляний. Технічні умови» [10].

Для визначення якісних характеристик олії використовують такі показники: кислотне і йодне числа, число омилення та інші. Число омилення — кількість міліграмів їдкого калію (KOH), необхідна для нейтралізації вільних і зв'язаних з гліцериним жирних кислот, одержаних за омилення 1 г жиру. Кислотне число — кількість міліграмів їдкого калію KOH, необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1 г жиру. Це важливий показник властивостей і стану жиру, оскільки може легко збільшуватися під час зберігання як жиру, так і багатих на жир харчових продуктів. Йодне число — кількість грамів йоду, що зв'язується із 100 г жиру [15].

Відповідно до ТУ У 10.4-39224310-001:2019 фільтрована конопляна олія має відповідати таким фізико-хімічним показникам (табл. 2).

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники конопляної олії

Назва показника	Норма
Кислотне число, мг KOH/г	не більше 2,30
Пероксидне число, $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг	-
Йодне число, г йоду / 100 г олії	не менше 145,00
Вміст води та летких речовин, %	не більше 0,15
Вміст нежирових домішок, %	не більше 0,10
Вміст фосфоровмісних речовин, мг/кг в перерахунку на стеаролецитин, %	- не більше 0,3
Вміст загальної золи, %	не більше 0,05

Йодне число конопляної олії зазвичай вище, ніж у більшості рослинних олій. Воно також може варіюватися залежно від регіону вирощування сировини.

Методи екстракції також мають вплив на вихід олії з конопляного насіння. Холодне пресування — найпростіший та найпоширеніший метод екстракції, вихід олії коливається від 60 до 80 %. За холодного пресування насіння пропускають через звичайний шнековий прес без додавання хімічних розчинників або термічного оброблення. Цей процес дає змогу зберегти більше корисних компонентів насіння, зокрема поліненасичені жирні кислоти та біоактивні речовини, мінімізуючи водночас деградаційні зміни в олії. Нерафінована конопляна олія має темно-зелений колір, який обумовлений наявністю хлорофілу [16].

З насіння конопель виготовляють обрушене конопляне насіння, конопляну олію, конопляне борошно, висівки конопляні (клітковина), конопляний протеїн. Обрушене (очищене від зовнішньої неїстівної оболонки) насіння безалкалоїдних конопель можна вживати в їжу в сирому вигляді [8, 17].

Конопляне насіння — одне з кращих джерел легкозасвоюваного рослинного білка; фітотриентів, що підтримують нормальний стан тканин, кровоносних судин, клітин шкіри та внутрішніх органів; поліненасичених жирних кислот; вітамінів A, D і E та групи B, кальцію, натрію, заліза і харчових волокон [18, 19 20].

Спосіб використання конопляного білка у харчовій промисловості залежить від його функціональності, яка обумовлена структурою. Вона також залежить від pH, оскільки розчинність, стабільність, активність емульсії, піноутворювальна здатність мінімальні в діапазоні від 4,0 до 6,0 та різко зростають за значень pH вище 9,0 [22].

Іноземними вченими запатентовано виготовлення борошна з насіння коноплі для виробництва функціональних продуктів харчування, використання яких сприяє підвищенню рівня ліпопротеїдів високої щільності та стабілізації рівнів інших гліцеридів та ліпопротеїдів. Розроблено також технологію виробництва соусів з ферментованого насіння коноплі та процес виробництва праліне і шоколадних цукерок з насіння та олії коноплі [23].

Канадські вчені розробили методику отримання конопляного молока, яке не змінює колір та не гіркне під час пастеризації [24].

Наукові дані свідчать про можливість та доцільність використання конопляного борошна в суміші з житнім і пшеничним борошном у виробництві хліба. Додавання конопляного

борошна обсягом 10 % від умісту пшеничного борошна дає змогу зменшити тривалість бродіння та випікання тіста на 30 %, підвищує питомий об'єм хліба на 26,3 %, збільшує пористість готового виробу на 10,9 % [20, 25].

Польські вчені дослідили можливість використання конопляного борошна під час виробництва макаронних виробів. Результати досліджень свідчать про можливість використання компонентів коноплі для покращення харчової цінності макаронних виробів за збереження їх безпечності. Макаронні вироби з додаванням 30 % конопляного борошна характеризують як продукт з високим вмістом білка і клітковини, що мають задовільні органолептичні властивості та гарні кулінарні якості [26].

Вітчизняними вченими досліджено вплив конопляної олії на якість пшеничного хліба із борошна вищого сорту. Під час досліджень встановлено, що якість пшеничного хліба із борошна вищого сорту під час додавання конопляної олії у кількості 2 % не погіршується, а такі показники як питомий об'єм хліба, пористість м'якушки, колір скоринки покращуються. Додавання конопляної олії під час виробництва пшеничного хліба дає змогу отримати цінний продукт дієтичного та оздоровчого характеру завдяки вмісту поліненасичених жирних кислот [17, 27].

Українські вчені також мають досвід збагачення молочних продуктів насінням конопель. Фахівцями розроблено технологію виробництва морозива з додаванням конопляного насіння та кунжуту як смакової добавки. Процес передбачає приготування суміші, її пастеризацію, гомогенізацію, охолодження, визрівання, фризювання та фасування й загартування морозива. Додатковий етап – внесення у суміш для морозива наприкінці пастеризації або під час фризювання конопляного насіння або кунжуту в кількості 3...20 мас. % [28].

Висновки. Аналіз сучасних літературних даних щодо вирощування та перероблення технічних конопель в харчовій промисловості свідчить про великий потенціал галузі. Розроблення нових сортів, удосконалення технології вирощування, розроблення нових продуктів з сировини дасть змогу розширити можливості використання технічних конопель як в Україні, так і у світі. Численні дослідження доводять поживний та біоактивний склад коноплі, що свідчить про її потенціал як цінного функціонального харчового інгредієнта. Для створення нових харчових інгредієнтів з коноплі необхідна точна ідентифікація та кількісне визначення основних біологічно активних компонентів. Необхідні також дослідження для вивчення

впливу різних технологій оброблення, таких як зміна рН, гомогенізація під високим тиском та ультразвукове оброблення, на фізико-хімічні властивості – текстуру, окиснення білків та ліпідів, сенсорні властивості, токсичність та позитивний вплив на здоров'я харчових продуктів з насінням коноплі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Zhou Y., Wang S., Lou H., Fan P. Chemical constituents of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed with potential anti-neuroinflammatory activity. *Phytochemistry Letters*. 2018. № 23 P. 57–61. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.phytol.2017.11.013>.
2. A review of hemp as food and nutritional supplement/ P. Cerino et al. *Cannabis and Cannabinoid Research*. 2021. № 6:1. P. 19–27. Doi:<https://doi.org/10.1089/can.2020.0001>.
3. Crimaldi M., Faugno S., Sannino M., Ardito L. Optimization of Hemp Seeds (*Canapa Sativa* L.) Oil Mechanical Extraction. *Chemical engineering transactions*. 2017. № 58. P. 373–378. Doi:<https://doi.org/10.3303/CET1758063>.
4. Сова Н.А., Луценко М.В., Терещенко Т.В. Дослідження технологічних властивостей обробленого насіння промислових конопель. *Аграрна наука та освіта в XXI столітті: проблеми, перспективи та інновації*. 17 – 18 травня 2018 року, м. Ніжин. 2018. № 9. С. 248–253. URL:<http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/1322>.
5. Charlebois S., Music J., Sterling B., Somogyi S. Edibles and Canadian consumers' willingness to consider recreational cannabis in food or beverage products: A second assessment. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. № 98. P. 25–29. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.025>.
6. Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation/ D. Teterycz et al. *Plos one*. 2021. Vol. 3. e0248790. Doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248790>.
7. Бойко Г., Тіхосова Г., Кутасов А. Технічні коноплі: перспективи розвитку ринку в Україні. *Товари і ринки*. 2018. № 1. С. 110–120. URL:[http://tr.knute.edu.ua/files/2018/01\(25\)/11.pdf](http://tr.knute.edu.ua/files/2018/01(25)/11.pdf).
8. Марченко Ж. Ю. Напрями використання коноплепродукції у світі. *Луб'яні та технічні культури*. 2015. № 4. С. 159–165. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpilk_2015_4_24.
9. Божко Н.В., Тищенко В.І., Пасічний В.М., Божко С.Б. Перспективи використання конопляних продуктів для виробництва крафтових м'ясних виробів. *Food chemistry. Modern methods for production of food, food additives and packaging materials*. 2020. 60 p. URL:<http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/55575>.
10. Sova N., Lutsenko M., Korchmaryova A., Andrushevych K. Research of physical and chemical parameters of the oil obtained from organic and conversion hemp seeds varieties Hliana. *Ukrainian food journal*. 2018. Vol. 7 (1). P. 244–252. Doi:<https://doi.org/10.24263/2304-974X-2018-7-2-7>.
11. Malomo S.A., Aluko R.E. A comparative study of the structural and functional properties of isolated hemp seed (*Cannabis sativa* L.) albumin and globulin fractions. *Food Hydrocolloids*. 2015. Vol. 43. P. 743–752. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.08.001>.

12. McClements D.J. Enhancing efficacy, performance, and reliability of cannabis edibles: Insights from lipid bioavailability studies. *Annual review of food science and technology*. 2020. Vol. 11. P. 45–70. Doi:<https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051834>

13. Devi V., Khanam S. Comparative study of different extraction processes for hemp (*Cannabis sativa*) seed oil considering physical, chemical and industrial-scale economic aspects. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 207. P. 645–657. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.036>

14. Polyunsaturated fatty acids and their potential therapeutic role in cardiovascular system disorders – A review/ E. Sokoła-Wysoczańska et al. *Nutrients*. 2018. Vol. 10. 1561p. Doi:<https://doi.org/10.3390/nu10101561>

15. Юфрякова К.М., Бессараб Т. В., Мельник О.Ю. Використання продуктів переробки коноплі у виробництві хлібобулочних виробів. Актуальные научные исследования в современном мире. 2020. № 10–1. С. 135–140. URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=44275523>

16. Nutraceutical potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds and sprouts/ S. Frassinetti et al. *Food Chemistry*. 2018. Vol. 262. P. 56–66. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.0>

17. Журавлева Л.А., Журавлев А.П., Терехов М.Б. Конопляное масло и его использование в хлебопечении. Журнал хранения и переработка зерна. 2012. № 5. С. 51–53.

18. King J.W. The relationship between cannabis/hemp use in foods and processing methodology. *Current Opinion in Food Science*. 2019. Vol. 28. P. 32–40. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.04.007>

19. Farinon B., Molinari R., Costantini L., Merendino N. The seed of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional Quality and Potential Functionality for Human Health and Nutrition. *Nutrients*. 2020. 12(7). P. 19–35. Doi:<https://doi.org/10.3390/nu12071935>

20. Hayit F., Hülya G.Ü.L. The importance of cannabis and its use in bakery products. *Electronic letters on science and engineering*. 2020. Vol. 16 (1). P. 17–25. URL:<https://dergipark.org.tr/en/pub/else/issue/55176/701464>

21. Gordienko L., Tolstykh V., Avetisian K. The effect of plant proteins on the formation of structural and rheological properties of nougat. *Food science and technology*. 2020. Vol. 14. Issue 4. P. 43–51. Doi:<https://doi.org/10.15673/fst.v14i4.1914>

22. Leonard W., Zhang P., Ying D., Fang Z. Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020. Vol. 19. P. 282–308. Doi:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12517>

23. Guang H., Wenwei C. Application of Powder of Whole Cannabis Sativa Seeds for Preparing Functional Food with Adjuvant Therapy of Lowering Blood Fat. *China Patent*, no. 100998414 B.; 2010. URL:<https://patents.google.com/patent/CN100998414B/en>.

24. Berghofer E., Pollmann K., Traby M., Frenkenberger C. Method for Producing Hemp Milk. *Canada Patent*. no. 2505350 C.; 2012. URL:<https://patents.google.com/patent/CA2505350C/en>.

25. Фалендиш, Н.О., Зінченко І.М., Блаженко М.С. Особливості виробництва органічного хліба з використанням конопляного борошна. Харчова промисловість.

2019. № 25. С. 7–13. URL:<http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/30251>

26. Teterycz D., Sobota A., Przygodzka D., Łysakowska P. Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation. *PLoS ONE*. 2021. 16(3): e0248790. Doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248790>

27. Буяльська Н.П., Гуменюк О.Л., Денисова Н.М., Челябієва В.М. Підвищення харчової цінності хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів. Чернівці. 2020. 122 с.

28. Українець А.І., Поліщук Г.С., Калініна Г.П., Рибак О.М. Спосіб виробництва морозива з комбінованим складом: пат. № 82966 Україна, A23G 9/04.; № 200707145; заявл. 25.06.2007; опубл. 26.05.2008. Бюл. № 10.

REFERENCES

1. Zhou, Y., Wang, S., Lou, H., Fan, P. (2018). Chemical constituents of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed with potential anti-neuroinflammatory activity. *Phytochemistry Letters*. no. 23, pp. 57–61. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.phytol.2017.11.013>.

2. Cerino, P., Buonerba, C., Cannazza, G., D'Auria, J., Ottoni, E., Fulgione, A., Di Stasio, A., Pierri, B., Gallo, A. (2021). A review of hemp as food and nutritional supplement. *Cannabis and Cannabinoid Research*. no. 6:1, pp. 19–27. Available at:<https://doi.org/10.1089/can.2020.0001>.

3. Crimaldi, M., Faugno, S., Sannino, M., Ardito, L. (2017). Optimization of Hemp Seeds (*Canapa Sativa* L.) Oil Mechanical Extraction. *Chemical engineering transactions*. no. 58, pp. 373–378. Available at:<https://doi.org/10.3303/CET1758063>

4. Sova, N.A., Lutsenko, M.V., Tereshchenko, T.V. (2018). Doslidzhennia tekhnologichnykh vlastyvostei obrushenoho nasinnia promyslovykh konopel. *Zbirnyk naukovykh prats «Ahrarna nauka ta osvita v XXI stolitti: problemy, perspektyvy ta innovatsii. 17–18 travnia 2018 roku, m. Nizhyn»* [Collection of scientific works "Agricultural science and education in the XXI century: problems, prospects and innovations. May 17-18, 2018, Nizhyn]. no. 9, pp. 248–253. Available at:<http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/1322>

5. Charlebois, S., Music, J., Sterling, B., Somogyi, S. (2020). Edibles and Canadian consumers' willingness to consider recreational cannabis in food or beverage products: A second assessment. *Trends in Food Science & Technology*. no. 98, pp. 25–29. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.025>

6. Teterycz, D. (2021). Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation. *Plos one*. Vol. 3. e0248790. Available at:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248790>

7. Boiko, H., Tikhosova, H., Kutasov, A. (2018). Tekhnichni konopli: perspektyvy rozvytku rynku v Ukraini [Technical hemp: prospects for market development in Ukraine]. *Tovary i rynky* [Goods and markets]. no. 1, pp. 110–120. Available at:[http://tr.knute.edu.ua/files/2018/01\(25\)/11.pdf](http://tr.knute.edu.ua/files/2018/01(25)/11.pdf)

8. Marchenko, Zh.Yu. (2015). Napriamy vykorystannia konopleproduktii u sviti [Areas of use of hemp products in the world]. *Lubiani ta tekhnichni kultury* [Bast and industrial crops]. no. 4, pp. 159–165. Available at:http://nbuv.gov.ua/UJRN/znepilk_2015_4_24.

9. Bozhko, N. V., Tyshchenko, V. I., Pasichnyi, V. M., Bozhko, S. B. (2020). Perspektyvy vykorystannia konoplianykh produktiv dlia vyrobnytstva kraftovykh miasnykh vyrobiv [Prospects for the use of hemp products for the production of craft meat products]. Food chemistry. Modern methods for production of food, food additives and packaging materials: book of abstracts. 60 p. Available at: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/55575>
10. Sova, N., Lutsenko, M., Korchmaryova, A., Andrusevych, K. (2018). Research of physical and chemical parameters of the oil obtained from organic and conversion hemp seeds varieties Hliana". Ukrainian food journal. Vol. 7 (1), pp. 244–552. Available at: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2018-7-2-7>
11. Malomo, S.A., Aluko, R.E. (2015). A comparative study of the structural and functional properties of isolated hemp seed (*Cannabis sativa* L.) albumin and globulin fractions. Food Hydrocolloids. Vol. 43, pp. 743–752. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.08.001>
12. McClements, D.J. (2020). Enhancing efficacy, performance, and reliability of cannabis edibles: Insights from lipid bioavailability studies. Annual review of food science and technology. Vol. 11, pp. 45–70. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051834>
13. Devi, V., Khanam, S. (2019). Comparative study of different extraction processes for hemp (*Cannabis sativa*) seed oil considering physical, chemical and industrial-scale economic aspects. Journal of Cleaner Production. Vol. 207, pp. 645–657. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.036>
14. Sokoła-Wysoczańska, E., Wysoczański, T., Wagner, J., Czyż, K., Bodkowski, R., Lochyński, S., Patkowska-Sokoła, B. (2018). Polyunsaturated fatty acids and their potential therapeutic role in cardiovascular system disorders – A review. Nutrients. Vol. 10, 1561 p. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu10101561>
15. Iufriakova, K. M., Bessarab, T. V., Melnyk, O. Yu. (2020). Vykorystannia produktiv pererobky konopli u vyrobnytstvi khlibobulochnykh vyrobiv [Use of hemp processing products in the production of bakery products]. Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire [Actual scientific research in the modern world]. no. 10-1, pp. 135–140. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44275523>
16. Frassinetti, S., Moccia, E., Caltavuturo, L., Gabriele, M., Longo, V., Bellani, L., Giorgetti, L. (2018). Nutraceutical potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds and sprouts. Food Chemistry. 262, pp. 56–66. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.0>
17. Zhuravleva, L.A., Zhuravlev, A.P., Terehov M.B. (2012). Konoplianoie maslo i ego ispol'zovanie v hlebopechenii [Hemp oil and its use in baking]. Zhurnal hranenie i pererabotka zerna [Grain storage and processing magazine]. no. 5, pp. 51–53.
18. King, J.W. (2019). The relationship between cannabis/hemp use in foods and processing methodology. Current Opinion in Food Science. Vol. 28, pp. 32–40. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.04.007>
19. Farinon, B., Molinari, R., Costantini, L., Merendino, N. (2020). The seed of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional Quality and Potential Functionality for Human Health and Nutrition. Nutrients. 12(7), 1935 p. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu12071935>
20. Hayit, F., Hülya, G.Ü.L. (2020). The importance of cannabis and its use in bakery products. Electronic letters on science and engineering. Vol. 16 (1), pp. 17–25. Available at: <https://dergipark.org.tr/en/pub/else/issue/55176/701464>
21. Gordiienko, L., Tolstykh, V., Avetisian, K. (2020). The effect of plant proteins on the formation of structural and rheological properties of nougat. Food science and technology. Vol. 14, Issue 4, pp. 43–51 Available at: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i4.1914>
22. Leonard, W., Zhang, P., Ying, D., Fang, Z. (2020). Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Vol. 19, pp. 282–308. Available at: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12517>
23. Guang, H., Wenwei, C. (2010). Application of Powder of Whole Cannabis Sativa Seeds for Preparing Functional Food with Adjuvant Therapy of Lowering Blood Fat. China Patent, no. 100998414 B. Available at: <https://patents.google.com/patent/CN100998414B/en>.
24. Berghofer, E., Pollmann, K., Traby, M., Frenkenberger, C. (2012). Method for Producing Hemp Milk. Canada Patent, no. 2505350 C. Available at: <https://patents.google.com/patent/CA2505350C/en>.
25. Falendysh, N.O., Zinchenko, I.M., Blazhenko, M.S. (2019). Osoblyvosti vyrobnytstva orhanichnoho khliba z vykorystanniam konoplianoho boroshna [Features of organic bread production using hemp flour]. Kharchova promyslovist [Food Industry]. no. 25, pp. 7–13. Available at: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/30251>
26. Teterycz, D., Sobota, A., Przygodzka, D., Łysakowska, P. (2021). Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation. PLoS ONE. 16(3): e0248790. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248790>
27. Buialska, N.P., Humeniuk, O.L., Denysova, N.M., Cheliabiieva, V.M. (2020). Pidvyshchennia kharchovoi tsinnosti khlibobulochnykh i boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv [Increasing the nutritional value of bakery and flour confectionery]. Chernihiv, 122 p.
28. Ukrai'ne', A.I., Polishhuk, G.Je., Kalinina, G.P., Rybak, O.M. Sposib vyrobnytstva morozyva z kombinovanyim skladom: pat. № 82966 Ukrai'na, A23G 9/04.; № 200707145; zajavl. 25.06.2007; opubl. 26.05.2008. Bjul. № 10. [A method of producing ice cream with a combined composition: US Pat. № 82966 Ukraine, A23G 9/04; № 200707145; declared 25.06.2007; publ. 26.05.2008 Bull. № 10.].

Конопляное сырье: новые перспективы для пищевой промышленности

Роль Н. В., Надточий В.М., Цебро А.Д., Вовкогон А.Г., Мерзлова Г.В., Калинина Г.П., Гребельник О.П.

В статье рассмотрены современные тенденции выращивания и технологии переработки технической конопли, выращенной в Украине. Проведен анализ нормативно-технической документации, регламентирующей использование продукции из технической конопли в пищевой промышленности. Проведен сравнительный анализ жирнокислотного состава различных видов масла, в том числе конопляного. Показана особая ценность

конопляного масла для человека благодаря содержанию полиненасыщенных жирных кислот и жирорастворимых витаминов. Конопляное масло является богатым и сбалансированным источником линолевой (Омега-6), альфа-линоленовой (Омега-3) жирных кислот. Влияние этих двух полиненасыщенных жирных кислот на здоровье человека заключается в противовоспалительных, антитромботических, антиаритмических и гиполипидемических свойствах. Конопляное масло также содержит значительное количество токоферолов, которые проявляют антиоксидантную активность.

Отечественными селекционерами выведены высокопродуктивные сорта конопли ЮСО 31, Гляна, Виктория, Зоряна, Ника с содержанием тетрагидроканнабинола, близким к нулю. Использование семян конопли в пищевой промышленности ограничено плохими характеристиками по некоторым функциональным показателям, поэтому проведен сравнительный анализ методов обработки, разработанных для улучшения этих свойств. Обычно семена промышленной конопли рассматривают как отходы производства и используют в большинстве случаев как корм для животных. В качестве прямого компонента или добавки для пищевых продуктов семена конопли, которые не содержат глютена, используют лишь в последние годы. Кроме того, описано технологии изготовления пищевых продуктов, содержащих конопляное сырье.

Статья направлена на обобщение химического состава, питательной ценности и потенциальной пользы для здоровья семян конопли по данным исследований *in vitro* и *in vivo*.

Ключевые слова: конопля, масло, семена, конопляный протеин, пищевая промышленность.

Hemp raw materials: new perspectives for the food industry

Rol N., Nadtochiy V., Tsebro A., Vovkohon A., Merzlova H., Kalinina H., Hrebelnyk O.

The article discusses modern trends in growing and processing technologies for industrial hemp grown in Ukraine. The analysis of the normative and technical documentation governing the use of industrial hemp products in the food industry has been carried out. A comparative analysis of the fatty acid composition of various types of oil, including hemp oil, has been carried out. The special value of hemp oil for humans has been shown due to the content of polyunsaturated fatty acids and fat-soluble vitamins. Hemp oil is a rich and balanced source of linoleic (Omega-6), alpha-linolenic (Omega-3) fatty acids. The effects of these two polyunsaturated fatty acids on human health are anti-inflammatory, antithrombotic, antiarrhythmic and hypolipidemic properties. Hemp oil also contains significant amounts of tocopherols, which exhibit antioxidant activity.

Ukrainian breeders have developed highly productive hemp varieties YUSO 31, Glyana, Victoria, Zoryana, Nika with a tetrahydrocannabinol content close to zero. The use of hemp seeds in the food industry is limited by poor performance in some functional indicators, therefore, a comparative analysis of processing methods developed to improve these properties was carried out. Typically, industrial hemp seeds are treated as a waste product and are used in most cases as animal feed. As a direct ingredient or food additive, hemp seeds, which are gluten-free, have only been used in recent years. In addition, the technology of manufacturing food products containing hemp raw materials is described.

The article aims to summarize the chemical composition, nutritional value and potential health benefits of hemp seeds from *in vitro* and *in vivo* studies.

Key words: hemp, oil, seeds, hemp protein, food industry.



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



Роль Н.В.
Надточій В.М.
Цебро А.Д.
Вовкогон А.Г.
Мерзлова Г.В.
Калініна Г.П.
Гребельник О.П.

ID <https://orcid.org/0000-0003-0295-4193>
ID <https://orcid.org/0000-0003-4183-3650>
ID <https://orcid.org/0000-0002-8169-3544>
ID <https://orcid.org/0000-0002-0521-2737>
ID <https://orcid.org/0000-0002-2394-9118>
ID <https://orcid.org/0000-0002-6178-7885>
ID <https://orcid.org/0000-0001-8099-1307>

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.3.043.13

Використання різних форм селену в аквакультурі (огляд)

Олешко О.А. , Бітюцький В.С. , Мельниченко О.М. , Гейко Л.М. 

Білоцерківський національний аграрний університет



Олешко О.А. E-mail: oleshko-bc@ukr.net



Олешко О.А., Бітюцький В.С., Мельниченко О.М., Гейко Л.М. Використання різних форм селену в аквакультурі (огляд). Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 159–170.

Oleshko O.A., Bitjuc'kyj V.S., Mel'nychenko O.M., Gejko L.M. Vykorystannja riznyh form selenu v akvakul'turi (ogljad). Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciї tvarynnyctva», 2021. № 1. PP. 159–170.

Рукопис отримано: 22.01.2021 р.

Прийнято: 05.02.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-159-170

Узагальнено дослідження наукової літератури щодо використання методів нанотехнології за вирощування різноманітних об'єктів аквакультури, які базуються на додаванні до раціонів селену різних форм та походження. Підкреслено, що сучасні наукові дослідження з використання наночастинок в аквакультурі спрямовано на точність доставлення і відповідну кількість мікроелементів, що надалі може вплинути на зниження собівартості продукції аквакультури.

Зазначено, що необхідно враховувати специфіку сучасних індустриальних технологій аквакультури, за яких водні організми вирощуються за високою щільністю посадки в басейнах, тобто постійно знаходяться в умовах стресу, а однією з найбільш поширених форм стресу, яка призводить до зниження продуктивності в галузі аквакультури, є окиснювальний стрес. Відзначено, що селен є одним із важливих мікронутрієнтів, який може знижувати негативну дію окиснювального стресу.

Проаналізовано дослідження ряду авторів щодо позитивного впливу додавання різних форм селену в раціони основних об'єктів аквакультури. Визначено, що біологічно синтезований наноселен можна додавати в різні комерційні рибні корми для підвищення стресостійкості і продуктивності, також цей продукт буде відповідати екологічним потребам споживачів.

Встановлено перевагу використання в аквакультурі органічних форм селену над неорганічними, оскільки перші мають вищу біодоступність та краще накопичення в тканинах риб.

Проаналізовано низку досліджень, пов'язаних із визначенням токсичної дії різних форм селену та його концентрацій на риб. Зазначено, що в аквакультурі необхідно враховувати, що частинки селену мають бути нетоксичними не лише для самого біологічного об'єкта, а й для інших систем, які тісно пов'язані з ним його життєдіяльністю.

Ключові слова: селен, нанотехнології, аквакультура, риби, стресостійкість, токсичність, темп росту, фізіологічні показники, імунологічні показники.

Постановка проблеми. Зі збільшенням населення у світі та швидким економічним розвитком зростає потреба у забезпеченні людства білковими речовинами. Завдяки харчовим характеристикам гідробіонтів та їх позитивному впливу на здоров'я людини продукція аквакультури як важливе джерело калорійної їжі та тваринного білка завжди високо цінувалися.

Оскільки в останні десятиріччя спостерігався підвищений антропогенний вплив на природні запаси риби та морепродуктів у світовому океані, в багатьох країнах почали інтен-

сивно розвивати аквакультуру, продукція якої сьогодні становить до 50 % світових потреб у харчовій рибі [1].

Постала проблема заповнення значної прогалини в технічних інноваціях за вирощування об'єктів аквакультури в штучних умовах, які пов'язані із використанням ліків, підвищенням продуктивності завдяки епігенетичній та нутрігеномній взаємодії, забезпечення більш раннього дозрівання та зменшення тривалості нересту тощо [2]. Для подолання цих проблем необхідний комплексний підхід, який базується

на розумінні, інтеграції та використанні нових наукових стратегій за створення ефективних технологій сучасної аквакультури. Нині сектор аквакультури зазнає впливу наукових та технологічних інновацій для виробництва більш якісного кінцевого продукту. Значно впливають на це останні досягнення нанотехнології, які швидко перетворюються на науково-технічну платформу для розвитку та трансформації агропродовольчих систем [3,4].

Нанотехнології широко застосовують у різних галузях: косметології, медицині, електроніці, тваринництві, птахівництві та ін. [5–11]. Водночас передбачається застосування наночастинок матеріалів або речовин до нових продуктів і процесів розміром у діапазоні 1–100 нм [12]. Постачання неорганічних елементів у системі аквакультури на основі наночастинок зумовлює інтерес у фахівців рибогосподарської галузі за різними напрямками – годівля, профілактика і лікування захворювань, екологія та ін. Усе це може допомогти вирішити глобальні проблеми, пов'язані з виробництвом водних організмів, підвищити їх екологічну стійкість і резистентність до хвороб [13]. Останнім часом набуває значення видобування наночастинок різних елементів з рослинних джерел [14] та за участю мікроорганізмів [15,16] – зелений синтез, продукти якого не мають шкідливого впливу на навколишнє середовище [17].

Національна нанотехнологічна ініціатива США дає визначення нанотехнології як «розуміння та контроль матерії за розмірів приблизно від 1 до 100 нм, де унікальні явища дають нові можливості». Більш детально це може бути визначено як «вивчення, проектування, створення, синтез, маніпулювання та використання пристроїв і систем із функціональних матеріалів за управління матерією в нанометровому масштабі, яка знаходиться на атомному і молекулярному рівнях, та використання нових явищ і властивостей матерії в цьому масштабі». Необхідно зазначити, що не існує конкретного та всеосяжного визначення наноматеріалів, і дотепер низка визначень була запропонована урядом, промисловістю та організаціями зі стандартизації [18].

Визначення «нано», яке основане на розмірі, досі обговорюється, оскільки визначення наноматеріалів у вигляді частинок може призвести до неправильного тлумачення. Ці частинки можуть бути присутні або у вигляді окремих частинок, або у вигляді агрегатів чи агрегатів, які мають зовнішні розміри значно більші за 100 нм, і їх не можна буде розглядати як наноматеріали. Однак ці агрегати або агрегати зберігають певні фізико-хімічні вла-

стивості наноматеріалів. Отже, окрім розміру, за визначення поняття наноматеріалів необхідно враховувати й інші характеристики, наприклад розчинність [19].

Метою огляду є аналіз досягнень використання різних форм селену за вирощування риб, а також обґрунтування важливості екологічно-чистих, нетоксичних природних стратегій для розвитку стабільної стійкої аквакультури.

Зниження дії окиснювального стресу у риб за використання різних форм селену.

Сучасні наукові дослідження з використання наночастинок в аквакультурі спрямовано на точність доставки і відповідну кількість мікроелементів, що надалі може вплинути на зниження собівартості продукції. Окрім того, необхідно враховувати індустриальні технології аквакультури, за якими водні організми вирощуються з високою щільністю посадки в басейнах, тобто постійно знаходяться в умовах стресу [20].

Biplab Sarkar та інші науковці з Національного інституту управління абіотичними стресами зазначають, що однією з найбільш поширених форм стресу, яка призводить до зниження продуктивності в галузі аквакультури, є окиснювальний стрес [21]. За визначенням Klaus A., окиснювальний стрес є універсальним патофізіологічним явищем, за якого пошкоджуються клітини внаслідок безперервного вивільнення активних форм кисню (АФК) [22]. Одним із важливих мікронутрієнтів, який може знижувати негативну дію окиснювального стресу, є селен. У живих організмах селен міститься переважно у формі селеновмісних білків і має важливе значення у метаболічних процесах. Він входить до складу активних центрів ферментів глутатіонпероксидази і тіоредоксинредуктази, які забезпечують антиоксидантний захист [23,24].

Біологічно синтезований наноселен можна додавати в різні комерційні рибні корми для підвищення стресостійкості і продуктивності, також цей продукт буде відповідати екологічним потребам споживачів [25].

Важливим чинником, який необхідно враховувати за використання різних форм селену є те, що селеніту та селенметіоніну необхідно пройти низку трансформацій для того, щоб через декілька проміжних сполук та утворення селенцистеїну вбудуватися в антиоксидантні селенпротеїни. На відміну від них, наноселен, який синтезовано біогенним способом за участю редуруючих речовин бактерій, починає проявляти антиоксидантні властивості ще у наноформі, активуючи деякі важливі сигнальні шляхи в клітині.

Підтвердженням цього є досліді щодо синтезування нових форм наночастинок селену – біогенного наноселену (BNS), з використанням бактерій. Аналіз довів, що ці частинки BNS являли собою монодисперсні і гомогенні сфери із середнім розміром $139,43 \pm 7,44$ нм.

Було досліджено захисну дію BNS за дисфункції кишкового бар'єра, яка спричинена окиснювальним стресом, та механізми, припинення цього процесу. Для порівняння використовували частинки селенметіоніну (SeMe) і хімічно-синтезованого наноселену (Nano-Se). Виявлено, що в моделі кишкового окиснювального стресу частинки BNS захищають кишкову бар'єрну функцію і зберігають окисно-відновний гомеостаз кишківника більш ефективно, ніж SeMet і Nano-Se. BNS активував ядерний чинник та посилював експресію його генів, зокрема тіоредоксинредуктазу (TXNRD)-1, NADPH-дегідрогеназу (NQO)-1, гемоксигеназу (HO)-1 та тіоредоксин (Trx) залежно від дози та часу. SeMet і Nano-Se, навпаки, просто посилювали активність селен ферментів TXNRD-1 і глутатіонпероксидази (GPx)-1, що вказувало на функцію донорів селену.

Результати досліджень дали змогу авторам припустити, що BNS є переважною формою селену для потенційного використання кишкових захворювань, пов'язаних з окиснювальним стресом [26].

Вплив різних форм селену на темпи росту, фізіологічні та імунологічні показники об'єктів аквакультури.

Дослідники з Індійського технологічного інституту Гувахаті зазначають, що в разі застосування мікроелементів для водних тварин на основі нанотехнологій необхідне всебічне розуміння взаємодії наночастинок з їх навколишнім середовищем, а монодисперсна і стабільна селекція наночастинок є одним із перших важливих кроків для зменшення будь-якої невизначеності в такій системі доставлення. У процесі приготування комбікормів для гідробіонтів наночастинок мікроелементів мають рівномірно розподілятися в загальній масі речовини і не втрачати своїх властивостей після технологічного оброблення. Siddhartha Singha з колегами зазначає, що наночастинок поживних речовин у процесі засвоєння мають вижити в кишково-му середовищі до завершення всмоктування в епітеліальну тканину і надалі циркулювати разом з кров'ю до тканин-мішеней у фізіологічно визначеній кількості [27].

Дослідженням впливу наночастинок селену і селенметіоніну на продуктивність м'язової тканини і ферментативну активність займали-

ся вчені Xuxia Zhou, Yanbo Wang та інші. Експериментальну частину досліджень проводили на сріблястому карасі *Carassius auratus gibelio*. Було виявлено, що у риб дослідних груп за введення до комбікорму наночастинок селену і селенметіоніну спостерігався підвищений вміст селену в м'язових тканинах, підвищувався темп росту і кінцева маса. Окрім того, активізувалась діяльність глутатіонпероксидази (GSH-Px) у плазмі та печінці порівняно з контролем [28].

Аналогічні результати отримали і науковці, які входили до групи наукових центрів Пакистану і Бразилії з вивчення впливу наночастинок селену на фізіологічні і біохімічні показники молоді *Torputitora*. *Torputitora*, або мандрівник *Putitor* – зниклий вид родини корошових, який мешкає у гірських річках та озерах у Гімалайському регіоні та Південній Азії [29]. Вони вводили в комбікорм наночастинок селеніту натрію (Se-NPs) в різних концентраціях. Було визначено, що дієтичні добавки Se-NPs в кількості 0,68 мг/кг мали найбільш сприятливий вплив на фізіолого-біохімічний стан ювенільних особин *Torputitora* [30,31].

За введення наночастинок селенметіоніну в раціон молоді риб жовтохвостів *Seriola lalandi* було визначено його оптимальну концентрацію і рівень вмісту в кормі, за якого проявлялися токсичні ефекти (гістопатологічні зміни в печінці і селезінці) [32].

Позитивні результати щодо застосування наночастинок селену і оксиду цинку в раціонах риб було отримано в Центральному інституті прісноводних аквакультур (Бхубанешвар, Індія). Дослідження проводили на прісноводній рибі роду *Labeo rohita* родини корошових, яка є цінним об'єктом аквакультури в Індії, Центральній та Південно-східній Азії. Упродовж 120 діб рибу годували кормом з додаванням наночастинок оксиду цинку (ZnO) та селену (Se) для оцінювання впливу цих мікроелементів на ростові, імунологічні та ферментативні профілі. Порівняно з контрольною групою у дослідних риб, окрім значного збільшення інтенсивності росту, сироваткові ферментативні профілі, такі як активність лактатдегідрогенази та лужна фосфатаза, знижувались ($p < 0,05$) у дослідній групі, а активність супероксиддисмутази і ацетилхолінестерази підвищувались. Унаслідок зараження риб вірулентним бактеріальним штамом *Aeromonas hydrophila* відносна виживаність об'єктів дослідної групи була вищою ($60,00 \pm 8,82$ %) проти цього показника у риб контрольної групи ($45,00 \pm 6,17$ %). Отже, введення в комбікорм наночастинок селену і оксиду цинку стимулюють імунітет та підвищують

стійкість до бактеріальної інфекції у риб *Labeo rohita* [33].

Перспективним напрямом розвитку нанотехнологій є створення кон'югатів і композитів наночастинок металів з різними біологічно активними речовинами. Розроблення таких субстанцій дасть змогу більш ефективно їх використовувати завдяки розширенню спектра активності, що важливо за одночасної реалізації різних механізмів біологічної імуномодулювальної дії, можливості досягнення ефектів адитивного чи потенційованого синергізму.

У дослідженнях групи вчених Xia I. F. та ін. наночастинки селену, кон'юговані з хітозаном (CTS-SeNP), додавали в корм для риб *Danio rerio*. Кормова добавка CTS-SeNP посилювала активність лізоциму, фагоцитарний респіраторний вибух, а також проліферацію спленоцитів, яку стимулювали ліпополісахаридами (LPS) і конканаваліном А (ConA). Імуномодулювальний ефект був індукований через 3–9 діб і зберігався до 60 діб. Максимальний моделювальний ефект було встановлено за концентрації 10 мкг/л (у дослідних риб після внутрішньочеревного введення бактерії *Aeromonashydrophila* виживаність перевищувала контроль на 26,7 %) [34].

Імуномодулювальну функцію наноселену для гідробіонтів доведено і в інших дослідженнях. Група вчених під керівництвом Wang J. проводить дослідження зі створення багатофункціональних антиоксидантів, що поєднують властивості імуномодуляторів, і які можна розглядати як «модифікатори біологічної відповіді» для підтримання клітинного гомеостазу. Наночастинки селену можуть брати участь в універсальних функціях, тому ці властивості і механізми широко досліджуються [35].

Встановлено, що ядерний чинник транскрипції Nrf2, який належить до сімейства NF-E2, бере участь у протизапальному процесі, організовуючи контроль та регулюючи експресію генів за допомогою елемента антиоксидантної відповіді. Сигнальний шлях Keap1 (Kelch-подібний ECH-асоційований білок) / Nrf2 (NF-E2 p45-зв'язаний чинник 2) / ARE переважно регулює експресію антиоксидантних і протизапальних генів та інгібує процес запалення [36]. Отже, виявлення нових Nrf2-залежних протизапальних чинників, зокрема наночастинок, стало необхідним для створення препаратів з цим ефектом [37].

Для досягнення прогресу у виробництві аквакультури завдяки максимальному росту, поліпшенню здоров'я гідробіонтів та підвищенню якості продукції, необхідно оптимізувати склад кормів. Так, Durigon і Kunz, у своїх

дослідженнях на молоді тіляпії оцінювали темпи росту, біохімічні, гематологічні та окиснювальні показники за введення до складу корму підвищених доз неорганічного селену (0,53, 0,86, 1,04 і 1,22 мг кг⁻¹). Вказані дози селену не вплинули на темп росту, біохімічні та гематологічні показники у дослідних риб, однак спричиняли збільшення небілкових тіолів та зменшення малонового діальдегіду, що свідчило про антиоксидантну дію селену [38].

Дослідженнями впливу різних доз наночастинок селену (нано-Se) на показники росту, конверсію корму, тканинний склад, накопичення селену в м'язах і печінці, антиоксидантну реакцію та біохімічні показники крові звичайного коропа *Cyprinus carpio* займалася група вчених під керівництвом Ashouri S. Нано-Se додавали в експериментальні базальні раціони в дозах 0 (контроль), 0,5, 1 і 2 мг/кг маси сухого корму. Риби, які споживали корм з додаванням селену в кількості 1 мг/кг⁻¹, мали покращені показники росту. Достовірної різниці за показником «конверсія корму» в усіх варіантах досліду не спостерігалось. Усі дослідні риби, порівнюючи з контролем, мали підвищений вміст Se в м'язах та тканинах печінки. Група риб, яка отримувала корм з додаванням 2 мг Se/кг⁻¹, мала підвищену активність аланінової амінотрансферази (ALT), порівнюючи з іншими експериментальними групами, та знижений рівень малонового діальдегіду. Статистично значущої різниці в активності сироваткової лужної фосфатази (ALP) серед дослідних груп не було виявлено. За результатами досліджень було розроблено рекомендації щодо оптимальної концентрації (1 мг нано-Se/кг⁻¹ корму) для покращення темпу росту та антиоксидантного захисту за вирощування коропа [39,40].

Можливий негативний вплив підвищених доз селену на гідробіонтів було підтверджено і в дослідях Elia A. C. Серед досліджених тканин коропа в накопиченні Se переважно брали участь нирки та печінка, тимчасом м'язи мали низький рівень накопичення селену. Отже, споживання такої рибної продукції не мало загрози для здоров'я людини. Рівень селену в тканинах був у наступному порядку: нирки>печінка>м'язи. Ріст не був порушений, однак біохімічні антиоксидантні показники в печінці та нирках за підвищених доз селену в молодих особин вказували на присутність окиснювального стресу. Окрім того, рівні добавок селену, переважаючи рекомендовані концентрації, можуть погіршити антиоксидантний статус у коропа [41].

Для різних видів риб оптимальні дози селену, введені до раціону, можуть суттєво ва-

ріювати. Якщо у зазначених дослідженнях на коропі звичайному оптимальна концентрація становила 1 мг нано-Se/kg⁻¹ корму, і вищі значення цього показника негативно впливали на об'єкти досліджень, то досліді групи вчених Khalil H. S. та ін. на мальках сріблястого горбана *Argyrosomus regius* дали змогу їм рекомендувати для підвищення інтенсивності росту та економічної ефективності вирощування цього виду, додавання Se, виділеного із дріжджів у концентрації 3,98 мг/kg⁻¹ корму [42].

Pacitti D. із співавторами рекомендують Sel-Plex (органічна форма селену, виділена із селенових дріжджів) як добавку кормів для об'єктів аквакультури з метою покращення загального стану риб та підвищення стійкості до імунних проблем. Доповнення раціонів форелі 4 мгSe/kg⁻¹ з використанням Sel-Plex значно поліпшувало реакцію риби на стимуляцію вірусом RAMP [43].

Дослідження з визначення оптимальних доз додавання частинок наноселену (0; 0,5; 1 і 2 мг/kg⁻¹ корму) для підвищення стійкості до стресу у пагра червоного *Pagrus Major* довели, що найбільш корисними були концентрації від 1 до 2 мг/kg⁻¹ корму [44].

Токсичний та екологічний вплив наночастинок мікроелементів на гідробіонтів і навколишнє середовище.

Потрапляння поживних речовин у вигляді наночастинок в організм об'єкта аквакультури може відбуватися за різних способів – додавання наночастинок мікроелементів у корм, насичення ними водного середовища, або безпосереднє введення їх у живий об'єкт. Для виробників і науковців рибогосподарської галузі важливим є визначити найбільш ефективний спосіб використання наночастинок поживних елементів. Проблемним питанням є негативний ефект використання наночастинок та концентрацій речовини для різних видів водних тварин і рослин. Традиційно для визначення токсичного ефекту використовують короткотривалі дослідження, які можуть не дати об'єктивної картини. Особливо щодо гідробіонтів, які є проміжною ланкою в харчовому ланцюзі, і накопичення мікроелементів в організмі, що були введені у вигляді наночастинок, та їх міграція в гідробіоценозі, що дотепер є маловивченим [45].

За використання наночастинок різних мікроелементів в аквакультурі необхідно враховувати, що вони мають бути нетоксичними не лише для самого біологічного об'єкта, а й для інших систем, які тісно пов'язані з ним його життєдіяльністю. Побудову екологічної моделі для визначення впливу наночастинок, що були

введені до тест-об'єкта, на навколишнє середовище проводять із використанням різних видів гідробіонтів – від найпростіших до хребетних [46]. Декоративні риби *Daniorerio* дають змогу за порівняно невисоких фінансових витрат отримати ефективні результати. Так, для порівняння токсичності між наноселеном і неорганічним селеном, Vaishnavi та інші науковці використовували цей вид риб на різних стадіях ембріонального і постембріонального розвитку. Результати довели, що збільшення концентрації NaSe і Inorg Se вплинуло на появу таких відхилень у розвитку як затримка росту, скорочення хоріону, набряк жовткового мішка, відсутність пігментації, деформація хвоста та сколіоз. Використання NaSe за концентрації 0,1 мг/л мало найкращий ефект для розвитку здорових ембріонів *Daniorerio* [47]. Група вчених з Іспанії, Італії та Ізраїлю використовувала у своїх дослідженнях ембріони *Daniorerio* для вивчення гострої сублетальної токсичності наночастинок різних металів (Ag, Au, CdS, ZnO, SiO₂) порівняно з їх йонними формами. За результатами, йонні форми металів були більш токсичними, ніж наноформи [48].

Водні рослини, як важливий елемент гідро-екосистем, мають бути обов'язково включені в оцінювання загального визначення позитивного або негативного впливу наночастинок на навколишнє середовище [49]. Для потрапляння наночастинок мікроелементів у водні рослини мікроорганізми їх вносять у різних концентраціях безпосередньо у воду. У такому разі важливо оцінити не лише вплив наночастинок на організм конкретного гідробіонта в природній водоймі, а й можливі ефекти для всіх живих елементів гідробіоценозу. Зелені водорості – група водних рослин, яка останнім часом становить інтерес для аквакультури [50].

Використання наночастинок у різних галузях промисловості і сільського господарства набуло широкого розповсюдження за останні 20 років. Зазвичай використовують наночастинки металів. Це сприяє підвищенню концентрації наночастинок мікроелементів у природному середовищі, а за використання нанотехнологій в аквакультурі – у природних водоймах [51]. Отже, важливим є вивчення впливу накопичених наноелементів у водному середовищі на водні живі ресурси [52].

Традиційними результатами токсичності Se є зниження росту, потреба в кормі і окиснювальний стрес, тимчасом пізніші дослідження вказують на порушення синтезу жирних кислот як основний механізм токсичної дії.

Для дослідження загального метаболічного режиму токсичної дії з акцентуванням на ліпід-

ний обмін Berntssen M. з групою вчених провів широке профілювання метаболічного шляху на атлантичному лососі *Salmosalar*, для чого було розроблено органічні та неорганічні раціони, збагачені Se. Атлантичний лосось харчувався органічним Se з низьким природним фоном (0,35 мг Se на кг⁻¹ живої ваги), збагаченим неорганічним селенітом або органічними селенометіонін-дріжджами на двох рівнях (1–2 або 15 мг Se на кг⁻¹ живої ваги), тричі на добу впродовж трьох місяців. Наявні побічні ефекти оцінювали за темпом росту, харчуванням, окиснювальним стресом та за оцінкою загального метаболічного шляху [53–56].

Kouba A., Velíšek та інші повідомили про результати досліджень з розроблення раціону на основі казеїну за вирощування барбусів *Barbusbarbus L.* Дослідні дієти були доповнені 0,3 мг кг⁻¹ Se із селеніту натрію, або 0,3 і 1,0 мг кг⁻¹ Se з біомаси хлорели. Проводили оцінювання загальної, темпу росту, накопичення Se в м'язах і печінці, а також активність виділених ферментів у плазмі крові, м'язах, печінці і кишечнику. Різні концентрації селену в кормі не впливали на загинулість і темп росту дослідних барбусів. Дослідження концентрації Se у м'язах і печінці, активність аланінамінотрансферази і креатинкірази в плазмі крові, глутатіонредуктази (GR) в м'язах, GRi каталази в м'язах і печінці дало змогу припустити, що селен, виділений із біомаси хлорели, легше накопичується і біологічно менш токсичний, ніж Se, отриманий із селеніту натрію [57].

Перевагою використання в аквакультурі органічних форм селену над неорганічними є те, що перші мають вищу біодоступність та краще накопичення в тканинах риб [58]. Верхньою межею концентрації органічного селену за додавання в корми є 0,2 мг/кг корму [59–62].

Щодо токсичності сполук селену у водорослях, у дослідженнях Kumar N. зі співавторами доведено, що смертельна концентрація селену і наноселену для пангасіуса *Pangasius hypophthalmus* становить 5,29 і 3,97 мг/л через 96 годин експозиції. Маркери антиоксидантного статусу, такі як активність каталази, супероксиддисмутази, глутатіон-S-трансферази, нейротрансмітерний фермент (AChE), маркери стресу (кортизол та білок теплового шоку HSP70), маркери гепатотоксичності аспартатамінотрансфераза, аланінамінотрансфераза, були значно підвищені, що, на думку авторів, може бути пов'язано з завищеною акумуляцією Se-NP у життєво важливих органах та тканинах-цілях, і підтверджено визначеними гістопатологічними змінами в печінці та зябрах [63].

Висновки. Розвиток аквакультури неможливий без використання наукових досягнень, основаних на розумінні проблем рибогосподарської галузі. Упровадження нанотехнологій у процес подолання негативної дії інтенсифікації виробництва продукції аквакультури на основі введення різних форм селену в раціони гідробіонтів, дасть змогу не лише підвищити продуктивність систем, а й сприятиме екологізації виробництва.

На основі проведеного аналізу використання світовими дослідниками різних форм селену за вирощування об'єктів аквакультури було визначено основні пріоритетні вимоги до походження наноселену, його концентрацій для того чи іншого виду та можливі негативні впливи на об'єкт вирощування і навколишнє середовище.

За використання наночастинок селену та інших мікроелементів в аквакультурі необхідно враховувати, що вони мають бути нетоксичними не лише для самого біологічного об'єкта, а й для інших систем, які тісно пов'язані з його життєдіяльністю. Отже, важливою є побудова екологічної моделі для визначення впливу наночастинок з використанням різних видів гідробіонтів – від найпростіших до хребетних.

Встановлено, що використання різних форм селену сприяє зниженню негативної дії окиснювального стресу у гідробіонтів. Введення до раціону наночастинок селену стимулює імунітет та підвищує стійкість до бактеріальних інфекцій у риб.

Перспективним є визначення оптимальних доз наночастинок селену для різних об'єктів аквакультури, оскільки концентрація селену в раціонах може варіювати в значних інтервалах залежно від виду і вікової групи. Враховуючи значний перелік видів гідробіонтів, які є об'єктами сучасної аквакультури, проведення досліджень за цим напрямом є актуальними. Водночас необхідно визначити вплив різних доз наноселену на показники росту, конверсію корму, тканинний склад, накопичення селену в м'язах і печінці, антиоксидантну реакцію та біохімічні показники крові.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Shah B. R., Mraz J. Advances in nanotechnology for sustainable aquaculture and fisheries. Reviews in Aquaculture. 2020. Vol. 12(2). P. 925–942. Doi:https://doi.org/10.1111/raq.12356.
2. Aklakur Md., Rather A.M., Kumar N. Nanodelivery: an emerging avenue for Nutraceuticals and drug delivery. Crit Rev Food Sci Nutr. 2016. Vol. 56(14). P. 2352–2361. Doi:https://doi.org/10.1080/10408398.2013.839543
3. Kumari A., Yadav S.K. Nanotechnology in agri-food sector. Critical Reviews In Food Science and Nutrition. 2014.

Vol. 54. P. 975–984. Doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.621095>.

4. Nanotechnology for sustainable food production: promising opportunities and scientific challenges / S. M. Rodrigues et al. *Environmental Science*. 2017. Nano 4. P. 767–781. URL: https://scholar.google.com/scholar?cites=700762521879206503&as_sdt=2005&sciodt=0,5&hl=uk.

5. Perspectives of cerium nanoparticles use in agriculture / V. S. Bityutsky et al. *The Animal Biology*. 2019. Vol. 19 (3). P. 9–17. Doi: <https://doi.org/10.15407/animbiol19.03.009>.

6. Influence of selenium on redox processes, selenoprotein metabolism and antioxidant status of aquaculture facilities / V. Bityutsky et al. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 114. С. 231–240. Doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.28>.

7. Enzyme-like activity of nanomaterials / V. S. Bityutsky et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2018. Vol. 9(3). P. 469–476. Doi: <https://doi.org/10.15421/021870>.

8. Chen H., Seiber J. N., Hotze M. ACS select on nanotechnology in food and agriculture: A perspective on implications and applications. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 2014. Vol. 62(6). P. 1209–1212. Doi: <https://doi.org/10.1021/jf5002588>.

9. Fu P. P. Introduction to the special issue: Nanomaterials-toxicology and medical applications. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2014. Vol. 22(1). P. 1–2. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfda>.

10. Lu L., Wang X., Xiong C., Yao L. Recent advances in biological detection with magnetic nanoparticles as a useful tool. *Science China Chemistry*. 2015. Vol. 58(5). P. 793–809. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11426-015-5370-5>.

11. Li M., Zhang C. γ -Fe₂O₃ nanoparticle-facilitated bisphenol A degradation by white rot fungus. *Science Bulletin*. 2016. Vol. 61(6). P. 468–472. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-016-1021-2>.

12. Maqsood A., AlSalhi M., Siddiqui M.K.J. Silver nanoparticle applications and human health. *Clinica Chimica Acta*. 2010. Vol. 411. P. 1841–1848. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cca.2010.08.016>.

13. Nanotechnology as a Novel Tool in Fisheries and Aquaculture Development: A Review / M. Ashraf et al. *Iranica Journal of Energy & Environment*. 2011. Vol. 2 (3). P. 258–261. Doi: <https://doi.org/10.5829/idosi.ijee.2011.02.03.2272>.

14. Nanotechnologies and environment: A review of pros and cons / O. S. Tsekhmistrenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(3). P. 162–172. Doi: https://doi.org/10.15421/2020_149.

15. Bacterial synthesis of nanoparticles: Agreeen approach / S. Tsekhmistrenko et al. *Biosyst. Divers*. 2020. Vol. 28(1). P. 9–17. Doi: <https://doi.org/10.15421/012002>.

16. Evaluation of effects of selenium nanoparticles on *Bacillus subtilis* / N. Tymoshok et al. *Regul. Mech. Biosyst*. 2019. Vol. 10(4). P. 544–552. Doi: <https://doi.org/10.15421/021980>.

17. Цехмістренко О. С., Бітюцький В. С., Цехмістренко С. І. “Зелені” технології у синтезі наночастинок селену: матеріали І міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 28-29 травня 2020 р. Дніпро. 2020. Т. 2. 611 с.

18. Role of nanoparticles in animal and poultry nutrition: Modes of action and applications in formulating feed additives and food processing / M. Gopi et al. *Int. J.*

Pharmacol. 2017. Vol. 13. P. 724–731. Doi: <https://doi.org/10.3923/ijp.2017.724.731>.

19. Nature Nanotechnology Release. Nanomaterials definition matters. *Nature Nanotechnology*. 2019. Vol. 14. 193 p. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41565-019-0412-3>.

20. Comparative assessment of nanomaterial definitions and safety evaluation considerations / D. R. Boverhof et al. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2015. Vol. 73. P. 137–150. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2015.06.001>.

21. Selenium Nanoparticles for Stress-Resilient Fish and Livestock / S. Biplab et al. *Nanoscale Research Letters*. 2015. Vol. 10. 371 p. Doi: <https://doi.org/10.1186/s11671-015-1073-2>.

22. Apel K., Hirt H. Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction. *Annual Review of Plant Biology*. 2004. Vol. 55. P. 373–379. Doi: <http://doi.org/10.1146/annurev.arplant.55.031903.141701>.

23. Glutathione peroxidase activity in the selenium-treated alga *Scenedesmus quadricauda* / M. Vítová et al. *Aquat. Toxicol*. 2011. Vol. 102. No. 1–2. P. 87–94. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.aquatox.2011.01.003>.

24. Mykhailenko N.F. Growth and photosynthetic activity of green algae *Chlorella vulgaris* Beijer in the presence of selenium nanoaqua-chelates. *Microbiology & Biotechnology*. 2016. Vol. 2. No. 34. P. 6–15. Doi: [http://doi.org/10.18524/2307-4663.2016.2\(34\).70746](http://doi.org/10.18524/2307-4663.2016.2(34).70746).

25. Selenium nanoparticles for stress-resilient fish and livestock / B. Sarkar et al. *Nanoscale research letters*. 2015. Vol. 10. No. 1. 371 p. Doi: <https://doi.org/10.1186/s11671-015-1073-2>.

26. Biogenic nanoselenium particles effectively attenuate oxidative stress-induced intestinal epithelial barrier injury by activating the Nrf2 antioxidant pathway / D. Song et al. *ACS applied materials & interfaces*. 2017. Vol. 9. No. 17. P. 14724–14740. Doi: <https://doi.org/10.1021/acsami.7b03377>.

27. Singha S., Das K., Jha N. Nano-Systems for Micro-Nutrient Delivery in Aquaculture: A Critical Analysis. *Ann Aquac Res*. 2017. Vol. 4. No. 4. 1046 p. URL: <https://www.jscimedcentral.com/Aquaculture/aquaculture-4-1046.pdf>.

28. Xuxia Zhou., Yanbo Wang., Qing Gu., Weifen Li. Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Aquaculture*. 2009. Vol. 291. No. 1–2. P. 78–81. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.03.007>.

29. Tor Putitora, the Extinct Fish Species in River Swat Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan / N. Akhtar et al. *World Journal of Fish and Marine Sciences*. 2016. Vol. 8. No. 1. P. 10–13. Doi: <https://doi.org/10.5829/idosi.wjfm.2016.8.1.10247>.

30. Effects of dietary selenium nanoparticles on physiological and biochemical aspects of juvenile Tor putitora / K. U. Khan et al. *Turk J Zool*. 2016. Vol. 40. P. 704–712. Doi: <https://doi.org/10.3906/zoo-1510-5>.

31. Synergistic effects of dietary nano selenium and vitamin C on growth, feeding, and physiological parameters of mahseer fish (*Tor putitora*) / K. U. Khan et al. *Aquaculture Reports*. 2017. Vol. 5. P. 70–75. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2017.01.002>.

32. Khosravi-Katuli K., Prato E., Lofrano G. Effects of nanoparticles in species of aquaculture interest. *Environ Sci*

Pollut Res Int. 2017. Vol. 24. 17326 p. Doi:https://doi.org/10.1007/s11356-017-9360.

33. Effects of dietary zinc oxide and selenium nanoparticles on growth performance, immune responses and enzyme activity in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton)/ P. Swain et al. *Aquacult Nut.* 2018. P. 1–9. Doi: https://doi.org/10.1111/anu.12874.

34. Dietary chitosan-selenium nanoparticle (CTS-SeNP) enhance immunity and disease resistance in zebrafish/ F. Xial et al. *Fish&shellfish immunology.* 2019. Vol. 87. P. 449–459. Doi:https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.01.042.

35. Wang J., Zhang Y., Yuan Y., Yue T. Immunomodulatory of selenium nano-particles decorated by sulfated *Ganoderma lucidum* polysaccharides. Food and chemical toxicology. 2014. Vol. 68. P. 183–189. URL: http://ir.nsfc.gov.cn/paperDownload/1000008779101.pdf

36. Regulation of redox processes in biological systems with the participation of the Keap1/Nrf2/ARE signaling pathway, biogenic selenium nanoparticles as Nrf2 activators/ V. S. Bityutsky et al. *Regul. Mech. Biosyst.* 2020. Vol. 11. No. 4. Doi:https://doi.org/10.1016/b978-0-12-405882-8.00004-0.

37. Nrf2 signaling pathway: Pivotal roles in inflammation/ S. M. U. Ahmed et al. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease.* 2017. Vol. 1863. No. 2. P. 585–597. Doi:https://doi.org/10.1016/j.bbdis.2016.11.005.

38. Diet selenium improves the antioxidant defense system of juveniles Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.)/ E. G. Durigon et al. *Brazilian Journal of Biology, (AHEAD).* 2018. Vol. 79. No. 3. Doi:https://doi.org/10.1590/1519-6984.187760.

39. Effects of different levels of dietary selenium nanoparticles on growth performance, muscle composition, blood biochemical profiles and antioxidant status of common carp (*Cyprinus carpio*)/ S. Ashouri et al. *Aquaculture.* 2015. Vol. 446. P. 25–29. Doi:https://doi.org/10.1111/ anu.12428.

40. Effects of different dietary selenium sources (sodium selenite, selenomethionine and nanoselenium) on growth performance, muscle composition, blood enzymes and antioxidant status of common carp (*Cyprinus carpio*)/ S. Saffari et al. *Aquaculture nutrition.* 2017. Vol. 23. No. 3. P. 611–617. Doi: https://doi.org/10.1111/anu.12428.

41. Effects of selenium diets on growth, accumulation and antioxidant response in juvenile carp/ A. C. Elia et al. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2011. Vol. 74. No. 2. P. 166–173. Doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2010.04.006.

42. Khalil H. S., Mansour A. T., Goda A. M. A., Omar E. A. Effect of selenium yeast supplementation on growth performance, feed utilization, lipid profile, liver and intestine histological changes, and economic benefit in meagre, *Argyrosomus regius*, fingerlings. *Aquaculture.* 2019. Vol. 501. P. 135–143. Doi:https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.018.

43. Impact of selenium supplementation on fish antiviral responses: a whole transcriptomic analysis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed supranutritional levels of Sel-Plex®/ D. Pacitti et al. *BMC genomics.* 2016. Vol. 17. No. 1. 116 p. Doi:https://doi.org/10.1186/s12864-016-2418-7.

44. Dietary supplementation of selenium nanoparticles modulated systemic and mucosal immune status and stress resistance of red sea bream (*Pagrus major*)/ M. A. Dawood et al. *Fish physiology and biochemistry.* 2019. Vol. 45. No. 1. P. 219–230. Doi:https://doi.org/10.1007/s 10695-018-0556-3.

45. Khosravi-Katuli K., Prato E., Lofrano G. Effects of nanoparticles in species of aquaculture interest. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2017. Vol. 24. 17326 p. Doi:https://doi.org/10.1007/s11356-017-9360-3.

46. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies/ J. C. M. Márquez et al. 2018. Vol. 6. No. 2. P. 5–11. E-ISSN: 2347-5129 P-ISSN: 2394-0506.

47. Assessment of nano selenium effect in developing zebra fish embryos/ A.S. Vaishnavi et al. *Journal of Entomology and Zoology Studies.* 2019. Vol. 7. No. 1. P. 914–917. E-ISSN: 2320-7078 P-ISSN: 2349-6800.

48. Effects of metal-bearing nanoparticles (Ag, Au, CdS, ZnO, SiO₂) on developing zebrafish embryos/ J.M. Lacave et al. *Nanotechnology.* 2016. Vol. 27. No. 32. 325102 p. Doi:https://doi.org/10.1088/0957-4484/27/32/325102.

49. Raza S., Hanif S., Tahir A. Role of nanotechnology in agriculture. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research.* 2017. Vol. 4. No. 5. P. 138–143. ISSN 2394-3211.

50. Röhrder L.A. Interactions of Cerium Dioxide Nanoparticles with the Green Alga *Chlamydomonas Reinhardtii*: Influence of Physico-chemical Characteristics and Cerium(III). *ETH-Zürich.* 2014. 111 p. Doi:https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2014.03.0.

51. The effect of chronic silver nanoparticles on aquatic system in microcosms/ S. J. Hong et al. *Environmental Pollution.* 2017. Vol. 223. P. 395–402. Doi:https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.036.

52. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences/ A. Dobrochna et al. 2018. Vol. 18. P. 781–788. Doi:https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18_6_04.

53. Sensitivity and toxic mode of action of dietary organic and inorganic selenium in Atlantic salmon (*Salmo salar*)/ M. H. G. Berntssen et al. *Aquatic toxicology.* 2017. Vol. 192. P. 116–126. Doi:https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2017.09.014.

54. Safe limits of selenomethionine and selenite supplementation to plant-based Atlantic salmon feeds/ M. H. Berntssen et al. *Aquaculture.* 2018. Vol. 495. P. 617–630. Doi:https://doi.org/ 10.1016/j.aquaculture.2018.06.041.

55. Selenium and selenium species in feeds and muscle tissue of Atlantic salmon/ V. Sele et al. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.* 2018. Vol. 47. P. 124–133. Doi:https:// doi.org/10.1016/j.jtemb.2018.02.005.

56. Modulation of selenium tissue distribution and selenoprotein expression in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed diets with graded levels of plant ingredients/ M. B. Betancor et al. *British Journal of Nutrition.* 2016. Vol. 115. No. 8. P. 1325–1338.

57. Supplementation with sodium selenite and selenium-enriched microalgae biomass show varying effects on blood enzymes activities, antioxidant response, and accumulation in common barbel (*Barbus barbus*)/ A. Kouba et al. *BioMed research international.* 2014. ID 408270, 8 p. Doi:https://doi.org/10.1155/2014/408270.

58. Fontagné-Dicharry S., Godin R., Le K. T., Fotedar R. Bioavailability of selenium from different dietary sources in yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*). *Aquaculture.* 2014. Vol. 420. P. 57–62. Doi:https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.10.034.

59. EFSA, Scientific opinion on dietary reference values for selenium, EFSA J., Parma, Italy. 2014. 67 p.

60. EFSA, Scientific Opinion on Safety and Efficacy of Selenium in the Form of Organic Compounds Produced

by the Selenium-enriched Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* NCYC R646 (Selemax 1000/2000) as Feed Additive for All Species, The European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP), Parma, Italy. 2012. 17 p.

61. EFSA, Scientific opinion on safety and efficacy of Sel-Plex® (organic form of selenium produced by *saccharomyces cerevisiae* CNCM I-3060) for all species. The European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). 2011. 52 p.

62. EFSA, Scientific opinion on the safety and efficacy of selenium in the form of organic compounds produced by the selenium-enriched yeast *Saccharomyces cerevisiae* NCYC R645 (SelenoSource AF 2000) for all species. The European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). 2011. P. 15,57.

63. Kumar N., Krishnani K. K., Singh N. P. Comparative study of selenium and selenium nanoparticles with reference to acute toxicity, biochemical attributes, and histopathological response in fish. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018. Vol. 25. No. 9. P. 8914–8927. Doi:https://doi.org/10.1007/s11356-017-1165-x.

REFERENCES

1. Shah, B. R., Mraz, J. (2020). Advances in nanotechnology for sustainable aquaculture and fisheries. *Reviews in Aquaculture*. Vol. 12 (2), pp. 925–942. Available at:https://doi.org/10.1111/raq.12356.

2. Aklakur, Md., Rather, A.M., Kumar, N. (2016). Nanodelivery: an emerging avenue for Nutraceuticals and drug delivery. *Crit Rev Food Sci Nutr*. Vol. 56(14), pp. 2352–2361. Available at:https://doi.org/10.1080/10408398.2013.839543

3. Kumari, A., Yadav, SK. (2014). Nanotechnology in agri-food sector. *Critical Reviews In Food Science and Nutrition*. Vol. 54, pp. 975–984. Available at:https://doi.org/10.1080/10408398.2011.621095.

4. Rodrigues, S.M., Demokritou, P., Dokoozlian, N., Hendren, C.O., Karn, B., Mauter, M.S. (2017). Nanotechnology for sustainable food production: promising opportunities and scientific challenges. *Environmental Science. Nano* 4, pp. 767–781. Available at:https://scholar.google.com/scholar?cites=700762521879206503 &as_sdt=2005&sciodt=0,5&hl=uk.

5. Bityutskyy, V. S., Tsekhmistrenko, O. S., Tsekhmistrenko, S. I., Spyvack, M. Y., Shadura, U. M. (2019). Perspectives of cerium nanoparticles use in agriculture. *The Animal Biology*. Vol. 19 (3), pp. 9–17. Available at:https://doi.org/10.15407/animbiol19.03.009.

6. Bityutskyy, V., Tsekhmistrenko, S., Tsekhmistrenko, O., Oleshko, O.A., Heiko, L.M. (2020). Influence of selenium on redox processes, selenoprotein metabolism and antioxidant status of aquaculture facilities. *Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]. Silskohospodarski nauky [Agricultural sciences]*. Issue 114, pp. 231–240. Available at:https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.28.

7. Tsekhmistrenko, S. I., Bityutskyy, V. S., Tsekhmistrenko, O. S., Polishchuk, V. M., Polishchuk, S. A., Ponomarenko, N. V., Melnychenko, Y. O., Spivak M. Y. (2018). Enzyme-like activity of nanomaterials. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. Vol. 9(3), pp. 469–476. Available at:https://doi.org/10.15421/021870.

8. Chen, H., Seiber, J. N., Hotze, M. (2014). ACS select on nanotechnology in food and agriculture: A perspective on implications and applications. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 62(6), pp. 1209–1212. Available at:https://doi.org/10.1021/jf5002588.

9. Fu, P. P. (2014). Introduction to the special issue: Nanomaterials-toxicology and medical applications. *Journal of Food and Drug Analysis*. Vol. 22(1), pp. 1–2. Available at:https://doi.org/10.1016/j.jfda.

10. Lu, L., Wang, X., Xiong, C., Yao, L. (2015). Recent advances in biological detection with magnetic nanoparticles as a useful tool. *Science China Chemistry*. Vol. 58(5), pp. 793–809. Available at:https://doi.org/10.1007/s11426-015-5370-5.

11. Li, M., Zhang, C. (2016). γ-Fe₂O₃ nanoparticle-facilitated bisphenol A degradation by white rot fungus. *Science Bulletin*. Vol. 61(6), pp. 468–472. Available at:https://doi.org/10.1007/s11434-016-1021-2.

12. Maqsood, A., AlSalhi, M., Siddiqu, M.K.J. (2010). Silver nanoparticle applications and human health. *Clinica Chimica Acta*. Vol. 411, pp. 1841–1848. Available at:https://doi.org/10.1016/j.cca.2010.08.016

13. Ashraf, M., Aklakur, Md., Sharma, R., Ahmad, S., Khan, M. (2011). Nanotechnology as a Novel Tool in Fisheries and Aquaculture Development: A Review. *Iranica Journal of Energy & Environment*. Vol. 2 (3), pp. 258–261. Available at:https://doi.org/10.5829/idosi.ijee.2011.02.03.2272.

14. Tsekhmistrenko, O.S., Bityutskyy, V.S., Tsekhmistrenko, S.I., Kharchishin, V.M., Melnichenko, O.M., Rozputnyy, O.I., Malina, V.V., Prysiashniuk, N.M., Melnichenko, Y.O., Vered, P.I., Shulko, O.P., Onyshchenko, L.S. (2020). Nanotechnologies and environment: A review of pros and cons. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 10(3), pp. 162–172. Available at:https://doi.org/10.15421/2020_149.

15. Tsekhmistrenko, S., Bityutskii, V., Tsekhmistrenko, O., Horalskyi, L., Tymoshok, N., Spivak, M. (2020). Bacterial synthesis of nanoparticles: A green approach. *Biosyst. Divers*. Vol. 28(1), pp. 9–17. Available at:https://doi.org/10.15421/012002.

16. Tymoshok, N., Kharchuk, M., Kaplunenko, V., Bityutskii, V., Tsekhmistrenko, S., Tsekhmistrenko, O., Spivak, M., Melnichenko, Y. (2019). Evaluation of effects of selenium nanoparticles on *Bacillus subtilis*. *Regul. Mech. Biosyst*. Vol. 10(4), pp. 544–552. Available at:https://doi.org/10.15421/021980.

17. Tsekhmistrenko, O. S., Bityutskyy, V. S., Tsekhmistrenko, S. I. (2020). "Zeleni" tehnologii u syntezi nanochastynok selenu: materialy I mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferencii, 28-29 travnja 2020 r ["Green" technologies in the synthesis of selenium nanoparticles: materials of the I International Scientific and Practical Internet Conference, May 28-29, 2020]. *Dnipro*, Vol. 2, 611 p.

18. Gopi, M., Pearlin, B., Kumar, R. D., Shanmathy, M., Prabakar, G. (2017). Role of nanoparticles in animal and poultry nutrition: Modes of action and applications in formulating feed additives and food processing. *Int. J. Pharmacol*. Vol. 13, pp. 724–731. Available at: https://doi.org/10.3923/ijp.2017.724.731.

19. Nature Nanotechnology Release. *Nanomaterials definition matters. Nature Nanotechnology*. (2019). Vol. 14, 193 p. Available at:https://doi.org/10.1038/s41565-019-0412-3.

20. Boverhof, D.R., Bramante, C.M., Butala, J.H., Clancy, S.F., Lafranconi, M., West, J. (2015). Comparative assessment of nanomaterial definitions and safety evaluation considerations. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. Vol. 73, pp. 137–150. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2015.06.001>.
21. Biplab, S., Surajit, B., Akshay, D., Prosun, T., Krishnani, K. K., Minhas, P. S. (2015). Selenium Nanoparticles for Stress-Resilient Fish and Livestock. *Nanoscale Research Letters*. Vol. 10, 371 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/s11671-015-1073-2>.
22. Apel, K., Hirt, H. (2004). Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction. *Annual Review of Plant Biology*. Vol. 55, pp. 373–379. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.55.031903.141701>
23. Vítová, M., Bišová, K., Hlavová, M., Zachleder, V., Rucki, M., Čížková, M. (2011). Glutathione peroxidase activity in the selenium-treated alga *Scenedesmus quadricauda*. *Aquat. Toxicol.* Vol. 102, no. 1-2, pp. 87–94. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2011.01.003>.
24. Mykhailenko, N.F. (2016). Growth and photosynthetic activity of green algae *Chlorella vulgaris* Beijer in the presence of selenium nanoaqua-chelates. *Microbiology & Biotechnology*. Vol. 2, no. 34, pp. 6–15. Available at: [http://doi.org/10.18524/2307-4663.2016.2\(34\).70746](http://doi.org/10.18524/2307-4663.2016.2(34).70746).
25. Sarkar, B., Bhattacharjee, S., Daware, A., Tribedi, P., Krishnani, K. K., Minhas, P. S. (2015). Selenium nanoparticles for stress-resilient fish and livestock. *Nanoscale research letters*. Vol. 10, no. 1, 371 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/s11671-015-1073-2>.
26. Song, D., Cheng, Y., Li, X., Wang, F., Lu, Z., Xiao, X., Wang, Y. (2017). Biogenic nanoselenium particles effectively attenuate oxidative stress-induced intestinal epithelial barrier injury by activating the Nrf2 antioxidant pathway. *ACS applied materials & interfaces*. Vol. 9, no. 17, pp. 14724–14740. Available at: <https://doi.org/10.1021/acsami.7b03377>.
27. Singha, S., Das, K., Jha, N. (2017). Nano-Systems for Micro-Nutrient Delivery in Aquaculture: A Critical Analysis. *Ann Aquac Res*. Vol. 4, no. 4, 1046 p. Available at: <https://www.jscimedcentral.com/Aquaculture/aquaculture-4-1046.pdf>.
28. Xuxia, Zhou., Yanbo, Wang., Qing, Gu., Weifen, Li. (2009). Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Aquaculture*. Vol. 291, no. 1–2, pp. 78–81. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.03.007>.
29. Akhtar, N., Saeed, K., Khan, J.S., Khan, A., Akhtar, W., Akhtar, B. (2016). Tor Putitora, the Extinct Fish Species in River Swat Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *World Journal of Fish and Marine Sciences*. Vol. 8, no. 1, pp. 10–13. Available at: <https://doi.org/10.5829/idosi.wjfm.2016.8.1.10247>.
30. Khan, K.U., Zuber, A., Nazir, S., Fernandes, J.B.K., Jamil, Z., Sarwar, H. (2016). Effects of dietary selenium nanoparticles on physiological and biochemical aspects of juvenile Tor putitora. *Turk J Zool*. Vol. 40, pp. 704–712. Available at: <https://doi.org/10.3906/zoo-1510-5>.
31. Khan, K.U., Zuber, A., Nazir, S., Ullah, I., Zeenat, J., Sarwar, H. (2017). Synergistic effects of dietary nano selenium and vitamin C on growth, feeding, and physiological parameters of mahseer fish (*Tor putitora*). *Aquaculture Reports*. Vol. 5, pp. 70–75. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2017.01.002>.
32. Khosravi-Katuli, K., Prato, E., Lofrano, G. (2017). Effects of nanoparticles in species of aquaculture interest. *Environ Sci Pollut Res Int*. Vol. 24, 17326 p. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9360>.
33. Swain, P., Das, R., Das, A., Padhi, S.K., Das, K.C., Mishra, S.S. (2018). Effects of dietary zinc oxide and selenium nanoparticles on growth performance, immune responses and enzyme activity in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). *Aquacult. Nut.* pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1111/anu.12874>.
34. Xia, I. F., Cheung, J. S., Wu, M., Wong, K. S., Kong, H. K., Zheng, X. T., Kwok, K.W. (2019). Dietary chitosan-selenium nanoparticle (CTS-SeNP) enhance immunity and disease resistance in zebrafish. *Fish&shellfish immunology*. Vol. 87, pp. 449–459. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.01.042>.
35. Wang, J., Zhang, Y., Yuan, Y., Yue, T. (2014). Immunomodulatory of selenium nano-particles decorated by sulfated *Ganoderma lucidum* polysaccharides. *Food and chemical toxicology*. Vol. 68, pp. 183–189. Available at: <http://ir.nsf.gov.cn/paperDownload/1000008779101.pdf>.
36. Bityutsky, V. S., Tsekhmistenko, S. I., Tsekhmistenko, O. S., Tymoshok, N. O., Spivak, M.Y. (2020). Regulation of redox processes in biological systems with the participation of the Keap1/Nrf2/ARE signaling pathway, biogenic selenium nanoparticles as Nrf2 activators. *Regul. Mech. Biosyst*. Vol. 11, no. 4. Available at: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-405882-8.00004-0>.
37. Ahmed, S. M. U., Luo, L., Namani, A., Wang, X. J., Tang, X. (2017). Nrf2 signaling pathway: Pivotal roles in inflammation. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*. Vol. 1863, no. 2, pp. 585–597. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2016.11.005>.
38. Durigon, E. G., Kunz, D. F., Peixoto, N. C., Uczay, J., Lazzari, R. (2018). Diet selenium improves the antioxidant defense system of juveniles Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Brazilian Journal of Biology, (AHEAD)*. Vol. 79, no. 3. Available at: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.187760>.
39. Ashouri, S., Keyvanshokooh, S., Salati, A. P., Johari, S. A., Pasha-Zanoosi, H. (2015). Effects of different levels of dietary selenium nanoparticles on growth performance, muscle composite *Aquaculture*. Vol. 446, pp. 25–29. Available at: <https://doi.org/10.1111/anu.12428>.
40. Saffari, S., Keyvanshokooh, S., Zakeri, M., Johari, S. A., Pasha-Zanoosi, H. (2017). Effects of different dietary selenium sources (sodium selenite, selenomethionine and nanoselenium) on growth performance, muscle composition, blood enzymes and antioxidant status of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture nutrition*. Vol. 23, no. 3, pp. 611–617. Available at: <https://doi.org/10.1111/anu.12428>.
41. lia, A. C., Prearo, M., Pacini, N., Dörr, A. J. M., Abete, M. C. (2011). Effects of selenium diets on growth, accumulation and antioxidant response in juvenile carp. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol. 74, no. 2, pp. 166–173. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2010.04.006>.
42. Khalil, H. S., Mansour, A. T., Goda, A. M. A., Omar, E. A. (2019). Effect of selenium yeast supplementation on growth performance, feed utilization, lipid profile, liver and intestine histological changes, and economic benefit in

meagre, *Argyrosomus regius*, fingerlings. *Aquaculture*. Vol. 501, pp. 135–143. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.018>.

43. Pacitti, D., Lawan, M. M., Feldmann, J., Sweetman, J., Wang, T., Martin, S. A. M., Secombes, C. J. (2016). Impact of selenium supplementation on fish antiviral responses: a whole transcriptomic analysis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed supranutritional levels of Sel-Plex®. *BMC genomics*. Vol. 17, no. 1, 116 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12864-016-2418-7>.

44. Dawood, M. A., Koshio, S., Zaineldin, A. I., Van Doan, H., Moustafa, E. M., Abdel-Daim, M. M., Hassaan, M. S. (2019). Dietary supplementation of selenium nanoparticles modulated systemic and mucosal immune status and stress resistance of red sea bream (*Pagrus major*). *Fish physiology and biochemistry*. Vol. 45, no. 1, pp. 219–230. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10695-018-0556-3>.

45. Khosravi-Katuli, K., Prato, E., Lofrano, G. (2017). Effects of nanoparticles in species of aquaculture interest. *Environ Sci Pollut Res Int*. Vol. 24, 17326 p. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9360-3>.

46. Márquez, J. C. M., Partida, A. H., Dosta, M. C. M., Mejía, J. C. Martínez, J. A. B. (2018). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. Vol. 6, no. 2, pp. 5–11. E-ISSN: 2347-5129 P-ISSN: 2394-0506.

47. Vaishnavi, A.S., Mangala Gowri, A., Valli, C., Meenambigai, T.V., Baskaran, D. (2019). Assessment of nano selenium effect in developing zebra fish embryos. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. Vol. 7, no. 1, pp. 914–917. E-ISSN: 2320-7078 P-ISSN: 2349-6800.

48. Lacave, J.M., Retuerto, A., Vicario-Parés, U., Gilliland, D., Oron, M., Cajarville, M.P., Orbea, A. (2016). Effects of metal-bearing nanoparticles (Ag, Au, CdS, ZnO, SiO₂) on developing zebrafish embryos. *Nanotechnology*. Vol. 27, no. 32, 325102 p. Available at: <https://doi.org/10.1088/0957-4484/27/32/325102>.

49. Raza, S., Hanif, S., Tahir, A. (2017). Role of nanotechnology in agriculture. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*. Vol. 4, no. 5, pp. 138–143. ISSN 2394-3211.

50. Röhder, L.A. (2014). Interactions of Cerium Dioxide Nanoparticles with the Green Alga *Chlamydomonas Reinhardtii*: Influence of Physico-chemical Characteristics and Cerium(III). *ETH-Zürich*. 111 p. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2014.03.0>.

51. Hong, S. J., Liyan, Y., Ren, N., N., Ling, X., Suting, Z., Wei, L., Gontero, B. (2017). The effect of chronic silver nanoparticles on aquatic system in microcosms. *Environmental Pollution*. Vol. 223, pp. 395–402. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.036>.

52. Dobrochna, A., Jerzy, Ś., Teresa, O., Magda, F., Małgorzata, R., Yuichiro, M., Kacper, M. (2018). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 18, pp. 781–788. Available at: https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18_6_04.

53. Berntssen, M. H. G., Sundal, T. K., Olsvik, P. A., Amlund, H., Rasinger, J. D., Sele, V., Ørnsrud, R. (2017). Sensitivity and toxic mode of action of dietary organic and inorganic selenium in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquatic toxicology*. Vol. 192, pp. 116–126. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2017.09.014>.

54. Berntssen, M. H., Betancor, M., Caballero, M. J., Hillestad, M., Rasinger, J., Hamre, K., Ørnsrud, R. (2018).

Safe limits of selenomethionine and selenite supplementation to plant-based Atlantic salmon feeds. *Aquaculture*. Vol. 495, pp. 617–630. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.06.041>.

55. Sele, V., Ørnsrud, R., Sloth, J. J., Berntssen, M. H., Amlund, H. (2018). Selenium and selenium species in feeds and muscle tissue of Atlantic salmon. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. Vol. 47, pp. 124–133. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2018.02.005>.

56. Betancor, M. B., Dam, T. M., Walton, J., Morken, T., Campbell, P. J., Tocher, D. R. (2016). Modulation of selenium tissue distribution and selenoprotein expression in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed diets with graded levels of plant ingredients. *British Journal of Nutrition*. Vol. 115, no. 8, pp. 1325–1338.

57. Kouba, A., Velíšek, J., Stará, A., Masojádek, J., Kozák, P. (2014). Supplementation with sodium selenite and selenium-enriched microalgae biomass show varying effects on blood enzymes activities, antioxidant response, and accumulation in common barbel (*Barbus barbus*). *BioMed research international*. ID 408270, 8 p. Available at: <https://doi.org/10.1155/2014/408270>.

58. Fontagné-Dicharry, S., Godin, R., Le, K. T., Fotadar, R. (2014). Bioavailability of selenium from different dietary sources in yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*). *Aquaculture*. Vol. 420, pp. 57–62. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.10.034>.

59. EFSA, Scientific opinion on dietary reference values for selenium, EFSA J., Parma, Italy. (2014). 67 p.

60. EFSA, Scientific Opinion on Safety and Efficacy of Selenium in the Form of Organic Compounds Produced by the Selenium-enriched Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* NCYC R646 (Selemax 1000/2000) as Feed Additive for All Species, The European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP), Parma, Italy. (2012). 17 p.

61. EFSA, Scientific opinion on safety and efficacy of Sel-Plex® (organic form of selenium produced by *saccharomyces cerevisiae* CNCM I-3060) for all species. The European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). (2011). 52 p.

62. EFSA, Scientific opinion on the safety and efficacy of selenium in the form of organic compounds produced by the selenium-enriched yeast *Saccharomyces cerevisiae* NCYC R645 (SelenoSource AF 2000) for all species. The European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). (2011). pp. 15,57.

63. Kumar, N., Krishnani, K. K., Singh, N. P. (2018). Comparative study of selenium and selenium nanoparticles with reference to acute toxicity, biochemical attributes, and histopathological response in fish. *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 25, no. 9, pp. 8914–8927. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-1165-x>.

Использование различных форм селена в аквакультуре

Олешко А.А., Битюцкий В.С., Мельниченко А.Н., Гейко Л.Н.

Обобщены исследования научной литературы по использованию методов нанотехнологии при выращивании

различных объектов аквакультуры, которые основаны на добавлении в рационы селена различных форм и происхождения. Подчеркнуто, что современные научные исследования по использованию наночастиц в аквакультуре направлены на точность доставки и соответствующее количество микроэлементов, что в дальнейшем может повлиять на снижение себестоимости продукции аквакультуры.

Указано, что необходимо учитывать специфику современных промышленных технологий аквакультуры, при которых водные организмы выращиваются по высокой плотности посадки в бассейнах, то есть постоянно находятся в условиях стресса, а одной из наиболее распространенных форм стресса, которая приводит к снижению производительности в области аквакультуры, является окислительный стресс. В обзоре отмечено, что селен является одним из важных микронутриентов, который может снижать негативное воздействие окислительного стресса.

Проанализированы исследования ряда авторов относительно положительного влияния добавления различных форм селена в рационы основных объектов аквакультуры. Определено, что биологически синтезированный наноселен можно добавлять в различные коммерческие рыбные корма для повышения стрессоустойчивости и производительности, также этот продукт будет соответствовать экологическим потребностям потребителей.

Установлено преимущество использования в аквакультуре органических форм селена перед неорганическими, поскольку первые имеют более высокую биодоступность и лучше накопления в тканях рыб.

Проанализировано ряд исследований, связанных с определением токсического действия различных форм селена и его концентраций на гидробионтов. При этом подчеркивается, что в аквакультуре необходимо учитывать, что частицы селена должны быть нетоксичными не только для самого биологического объекта, но и для других систем, которые тесно связаны с ним его жизнедеятельностью.

Ключевые слова: селен, нанотехнологии, аквакультура, рыбы, стрессоустойчивость, токсичность, темп роста, физиологические показатели, иммунологические показатели.

The use of various forms of selenium in aquaculture Oleshko O., Bityutsky V., Melnichenko O., Geiko L.

A study of the scientific literature on the use of nanotechnology methods for the cultivation of various aquaculture facilities has been generalized. The study was based on the addition of selenium to the diets of various shapes and origins. It is emphasized that modern scientific research on the use of nanoparticles in aquaculture emphasizes the accuracy of delivery and the appropriate number of trace elements, which in turn may reduce the cost of aquaculture products.

It is pointed out that it is necessary to take into account the specifics of modern industrial aquaculture technologies, in which aquatic organisms are grown at high planting densities in pools, that means are constantly under stress, and one of the most common forms of stress leading to reduced productivity in aquaculture is oxidative stress. The review noted that selenium is one of the important micronutrients that can reduce the negative effects of oxidative stress.

Studies by a number of authors on the positive effects of adding various forms of selenium to the diets of major aquaculture facilities have been analyzed. It is determined that biologically synthesized nanoselenium can be added to various commercial fish feeds to increase stress resistance and productivity of aquatic organisms, in addition, this product will meet the environmental needs of consumers.

The advantage of using organic forms of selenium in aquaculture over inorganic ones has been established, as the former have higher bioavailability and better accumulation in fish tissues.

A number of studies related to the determination of the toxic effects of various forms of selenium and its concentrations on aquatic organisms have been studied. It is emphasized that in aquaculture it is necessary to take into account that selenium particles must be non-toxic not only for the biological object itself, but also for other systems that are closely related to its vital activity.

Key words: selenium, nanotechnology, aquaculture, fish, stress resistance, toxicity, growth rate, physiological indicators, immunological indicators.



Copyright: Олешко О.А. 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.



Олешко О.А.
Бітюцький В.С.
Мельниченко О.М.
Гейко Л.М.

ID <https://orcid.org/0000-0001-9190-0861>
ID <https://orcid.org/0000-0002-2699-3974>
ID <https://orcid.org/0000-0001-5462-508X>
ID <https://orcid.org/0000-0002-6763-5006>

Наукове видання

**Технологія виробництва
і переробки продукції тваринництва**

Збірник наукових праць

№ 1 (164) 2021

*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.19,9. Зам. 70120. Тираж 300.

Підписано до друку 25.05.2021 р.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,

e-mail: redakciaviddil@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

ДК № 3984 від 17.02.2011 р.