

**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
Мохаммабаді 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
Розпутній О.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Соболєв О.І., д-р с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Ставецька Р.В., д-р с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Цехмістренко С.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Шаран М.М., д-р с.-г. наук, проф., Інститут біології тварин, Львів, Україна
Шурчкова Ю.О., д-р техн. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Editorial board:

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

Members of editorial board:

Arias R.A., PhD, Ass. Prof., Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile
Bill M., PhD, Prof., 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 пилокволювачем на льотну активність та поведінку бджіл-збиральниць квіткового пилку.....	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 молодняка 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
Безпалій 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
--	-----

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 636.59

М'ясна продуктивність перепелів за впоювання 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 впоювання 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 tvarynnyctva», 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 впоювання 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.

Впоювання кормової добавки Наноцерій молодянку 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 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, дегідролізуючи 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 % ($P<0,05$).

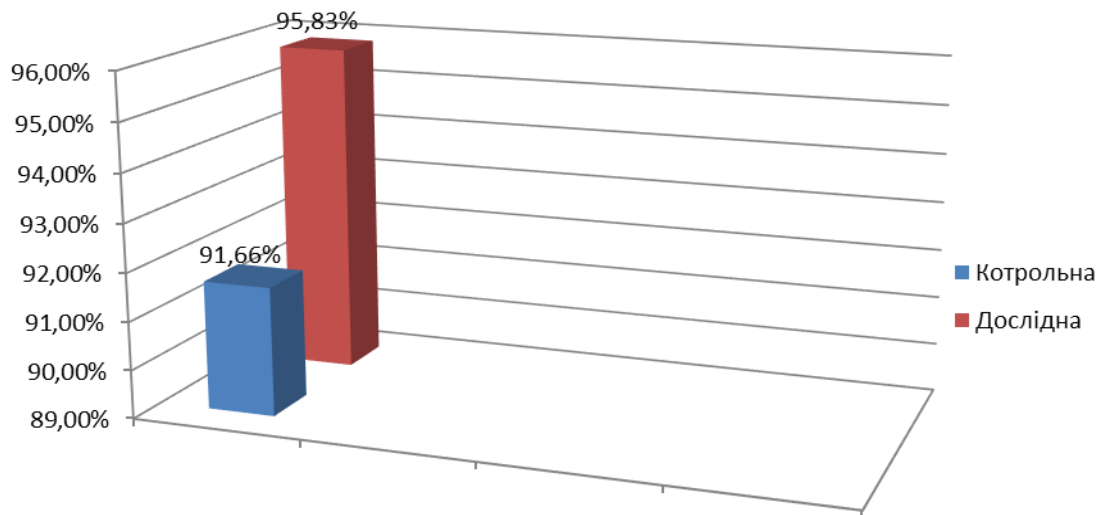


Рис. 1. Збереженість перепелів за використання НДЦ.

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

Вік, діб	Група		± до контролю, г
	Котрольна	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±,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±,021*	3,36±0,35	-1,12
За період дослідю	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 забоем. 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±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±0,19*
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. Nanoparticles 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., Lalhriatpui 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. Bityutskyy et al. *The animal biology*. 2017. № 19. С. 9–17. Doi:<http://doi.org/10.15407/animbio19.03.009>

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, технологія 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., Lalhriatpui, 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., Bityutskyy, V.S., Tsekhmistrenko, S.I. (2019). Viktorystannja nanochastinok metaliv ta nemetaliv u ptahivnictvi [Use of metal and non-metal nanoparticles in poultry farming]. *Tehnologija virobniactva 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. Bityutskyy, 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/animbio19.03.009>

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 nanocerium 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. VNITIP*, 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 vyrashhivanija [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 biohimichni 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 уоя 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 уоя, 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>