

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН**

МЕДВІДЬ СВІТЛАНА МИХАЙЛІВНА

УДК 636.5:612.017:612.015:577.1

**МЕТАБОЛІЗМ, РЕЗИСТЕНТНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПТИЦІ
ЗА ДІЇ ЦИТРАТІВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ
НАНОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ**

03.00.04 – біохімія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Львів – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті біології тварин НААН.

Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
Гунчак Алла Володимирівна,
Інститут біології тварин НААН, завідувач лабораторії
фізіології, біохімії та живлення птиці

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН
Седіло Григорій Михайлович,
Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН, директор;

доктор сільськогосподарських наук, професор
Данчук Вячеслав Володимирович,
Національний університет біоресурсів
і природокористування МОН України,
заступник директора з наукової і навчальної роботи
Української лабораторії якості і безпеки АПК

Захист відбудеться «16» квітня 2019 р. о 10⁰⁰ годині
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.368.01 в Інституті біології тварин
НААН за адресою: 79034, м. Львів, вул. В. Стуса, 38.

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці Інституту біології
тварин НААН за адресою: 79034, м. Львів, вул. В. Стуса, 38.

Автореферат розісланий «15» березня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

О. І. Віщур

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасні інтенсивні технології призводять до високого напруження обміну речовин у птиці. Тому важливою складовою виробництва продукції птахівництва є годівля, яка враховує біологічні особливості птиці, передбачає забезпечення її потреби в енергії, поживних і біологічно активних речовинах (Ярошенко Ф. О., 2003; Ібатулін І. І. зі співавт., 2007; Богданов Г. О. зі співавт., 2008; Сурай П. Ф., 2009; Терещенко О. В., 2011; Кирилів Я. І. зі співавт., 2015; Вегнерук Н. П. зі співавт., 2015). Серед основних чинників годівлі важливу роль відіграють мінеральні речовини, зокрема, мікроелементи, які беруть участь в усіх фізіологічних процесах і вважаються незамінними речовинами, хоча й не слугують джерелом енергії для організму птиці. За їх оптимального вмісту й співвідношення стабілізується перебіг багатьох метаболічних реакцій в організмі птиці, що забезпечує її збереженість і високу продуктивність (Бессарабов Б. Ф. и соавт., 2003; Біленький С. М., 2006; Оберлис Д. Н. и соавт., 2008; Токарчук Т. С. зі співавт., 2016; Kaneko J. et al., 2018; Nys Y. et al., 2018).

Застосування мінерально-вітамінних добавок та преміксів у птахівництві не завжди приносить бажаний метаболічний і продуктивний ефект. Неорганічні форми мікроелементів, що найчастіше використовуються у складі стандартних мінеральних преміксів, мають низку недоліків. Вони вступають у хімічні реакції з органічними речовинами корму, порушуючи їх структуру та біологічну дію, мають здатність до окиснення й утворення важкодоступних і навіть токсичних сполук. Із огляду на це, цінними є хелатні сполуки мікроелементів, які мають кращу засвоюваність, біодоступність і ефективність біологічної та продуктивної дії на організм птиці (Acida S. P., 2002; Фисинин В. И., 2014; Погорелов М. В. зі співавт., 2010; Колтун Є. М. зі співавт., 2011; Захаренко М. О. зі співавт., 2012; Мамченко В. Ю., 2014; Седіло Г. М., 2017).

Завдяки успіхам у галузях квантової фізики і хімії, в Україні створені нові високоефективні засоби на основі хімічних елементів, у формі карбоксилатів харчових кислот. На думку багатьох учених, біогенні елементи у формі наноматеріалів стимулюють метаболічні процеси в організмі птиці більш виражено, ніж їх відомі молекулярні форми (Борисевич В. Б. зі співавт., 2009; Влізло В. В. зі співавт., 2015; Данчук В. В. зі співавт., 2017; Оробченко О. Л., 2017; Стойка Р. С. зі співавт., 2017).

Однак з'ясування механізмів впливу комплексу аквацитратів мікроелементів нанотехнологічного походження на метаболічні процеси в організмі птиці та оптимальної кількості його введення до раціонів, вимагають розширення і поглиблення наукових досліджень, що й визначає актуальність теми дисертаційної роботи в науковому та практичному контексті.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є складовою експериментальних досліджень, які були проведені у 2015–2018 роках відповідно до тематики лабораторії фізіології, біохімії та живлення птиці Інституту біології тварин НААН «Вивчити механізми

регуляції метаболічних процесів в організмі птиці за дії наносполук мікроелементів» (№ ДР 0116U001399) і «Розробити способи ефективного використання наноаквацитратів біоелементів та дослідити біологічні закономірності метаболізму в організмі птиці за їх дії» (№ ДР 0117U002439).

Мета і завдання дослідження. З'ясувати вплив різної кількості комплексу мікроелементів *Мангану, Феруму, Цинку, Купруму, Кобальту і Йоду* у формі цитратів нанотехнологічного походження в раціонах курчат-бройлерів та перепілок на метаболічні процеси, резистентність і продуктивність.

Для досягнення поставленої мети досліджували вплив різних кількостей аквацитратів мікроелементів на:

- морфологічні показники та протеїновий профіль крові курчат-бройлерів;
- стан неспецифічної резистентності, Т- і В-клітинної ланок імунітету і гістоструктуру імунокомпетентних органів курчат-бройлерів;
- інтенсивність протеїнового обміну у тканинах органів травного каналу птиці;
- активність гідролітичних ензимів у тканинах органів травного каналу птиці;
- стан мікробіоценозу кишок птиці;
- рівень накопичення біоелементів в організмі перепілок;
- продуктивні якості птиці та харчову цінність продукції птахівництва.

За результатами досліджень експериментально обґрунтувати оптимальну кількість уведення до раціонів курчат-бройлерів і перепілок цитратів досліджуваних мікроелементів.

Об'єкт дослідження – біохімічні та імунологічні процеси в організмі курчат-бройлерів і перепілок та їх продуктивність за використання у раціонах комплексу мікроелементів (Fe, Cu, Co, Mn, Zn, J) у формі аквацитратів.

Предмет дослідження – морфологічні показники крові, показники протеїнового обміну, активність гідролітичних ензимів та видовий і кількісний склад мікрофлори травного каналу, показники неспецифічної резистентності й специфічної ланки клітинного імунітету, гістоструктура імунокомпетентних органів, продуктивність і якість продукції курчат-бройлерів та перепілок за різного рівня цитратів мікроелементів нанотехнологічного походження в раціонах.

Методи дослідження: морфологічні – кількість еритроцитів і лейкоцитів, лейкограма; гематологічні – вміст гемоглобіну, гематокритна величина; біохімічні – рівень загального протеїну і його фракційний склад, вміст амінного азоту, активність аланін- і аспартатамінотрансферази та лужної фосфатази в сироватці крові; вміст розчинних протеїнів, активність аланін- і аспартатамінотрансферази, лужної фосфатази, а також гідролітичних ензимів у тканинах печінки, підшлункової залози, слизової і хімусу дванадцятипалої кишки; вміст розчинних протеїнів, амінного азоту, загальних ліпідів, вільного холестеролу; хімічні – концентрація Ca, Co, Mn, Zn, Cu, Fe, J у яйцях перепілок, а також вміст Co, Mn, Zn, Fe і сухої речовини в стегновому і грудному м'язах птиці; мікробіологічні – якісний і кількісний склад мікрофлори сліпих кишок; імунологічні – бактерицидна та лізоцимна активність сироватки крові, фагоцитарна активність

псевдоеозинофілів, кількісь Т- і В-лімфоцитів; гістологічні – гістоструктура тимусу, клоакальної сумки і селезінки; зоотехнічні – маса тіла, середньодобові прирости маси курчат-бройлерів, а також маса тіла перепілок, несучість, маса та морфометрія яєць; статистичні – обчислення середніх величин та вірогідності отриманих результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше проведено системні дослідження впливу комплексу мікроелементів *Мангану, Феруму, Цинку, Купруму, Кобальту і Йоду* у формі аквацитратів, виготовлених на основі нанотехнологій, на метаболічні процеси, показники гуморальної і клітинної ланок імунітету, гістоморфоструктуру імунокомпетентних органів, мікробіоценоз кишок, продуктивність і якість продукції курчат-бройлерів та перепілок.

Уперше встановлено видову та додозалежну специфічність дії комплексу аквацитратів біоелементів на інтенсивність метаболічних процесів в організмі птиці.

Уперше показано, що введення до раціонів оптимальної кількості мікроелементів у формі цитратів сприяє інтенсифікації гемопоетичних, протеїнсинтезувальних та імуностимулювальних процесів в організмі птиці, сповільненню процесів вікової інволюції морфоструктури клоакальної сумки і селезінки, синтезу гідролітичних ензимів в органах травного каналу (підшлункова залоза та дванадцятипала кишка), функції мікробіоценозу сліпої кишки (зменшення кількості кокових форм мікроорганізмів), а також забезпечує поліпшення якості м'яса та яєць за рахунок збільшення в них кількості макро- і мікроелементів.

Із позицій біохімії, фізіології та живлення птиці вперше теоретично обґрунтовано й експериментально доведено доцільність заміни мікроелементів у формі неорганічних солей у складі гарантованих мінеральних преміксів комплексною добавкою цих же біоелементів у формі аквацитрату. Показано високу біодоступність і біологічну активність біоелементів нанотехнологічного походження в кількості, що є значно меншою, ніж та, що вводиться в неорганічній формі до складу преміксів для цих видів птиці.

Наукова новизна проведених досліджень підтверджена деклараційним патентом України на корисну модель.

Практичне значення одержаних результатів. Визначено оптимальну кількість додавання цитратів мікроелементів нанотехнологічного походження до раціонів курчат-бройлерів та перепілок, яка забезпечує підвищення продуктивності птиці, якості отриманої продукції, а також зменшення кількості мінеральних речовин, що екскретуються з організму.

Науково-практичні результати дисертаційного дослідження використовуються у навчальному процесі закладів вищої освіти України за вивчення таких дисциплін, як «Біохімія сільськогосподарських тварин» та «Годівля і технологія кормів» – Сумського національного аграрного університету, Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Житомирського національного агроєкологічного університету.

Особистий внесок здобувача. Аналіз наукової літератури за темою дисертації, обґрунтування методів досліджень, організація та проведення власних досліджень, оформлення ілюстративно-наочного матеріалу, аналіз отриманих результатів, формування узагальнень і трактування висновків, оформлення документів для патенту здійснено здобувачем особисто. Складання плану роботи, постановка мети та завдань, обговорення результатів та підготовку статей проведено спільно з науковим керівником. Гістоморфологічні дослідження тимусу, клоакальної сумки і селезінки птиці проведено разом із завідувачем лабораторії клініко-біологічних досліджень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок д. вет. н. М. І. Жилою та доцентом кафедри нормальної та патологічної морфології і судової ветеринарії Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького к. вет. н. Є. П. Хмільом.

Апробація результатів дисертації. Результати експериментальних досліджень оприлюднені й отримали загальне схвалення на щорічних звітах Інституту біології тварин НААН, міжнародній науково-практичній конференції «Інновації у ветеринарній медицині та аграрному виробництві» (Львів, 3–4 листопада 2016 року), 7-й міжнародній науково-практичній конференції «Ветеринарні препарати: їх розробка, контроль якості та застосування» (Львів, 4–6 жовтня 2017 року), 16-й всеукраїнській науково-практичній конференції молодих науковців і спеціалістів «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини», присвяченій пам'яті проф. В. М. Головача (Львів, 8–9 грудня 2017 року), 6-й всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України» (Львів–Оброшино, 9 листопада 2017 року).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи викладені у 14 наукових працях (5 – одноосібно): 9 – у фахових наукових виданнях України (в журналі – 2, у наукових вісниках – 6, збірниках – 1), у т.ч. 7 – у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз; 1 – патент України на корисну модель; 3 – матеріали і тези конференцій; 1 – методичні рекомендації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота сформована з анотації, списку наукових публікацій, вступу, огляду літератури, матеріалів і методів досліджень, результатів власних досліджень, аналізу та узагальнення отриманих результатів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел літератури, який налічує 314 найменувань, з них 103 латиницею та додатків. Робота викладена на 196 сторінках комп'ютерного тексту (основна частина – 150 сторінок), проілюстрована 37 рисунками, містить 25 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Огляд літератури. Здійснено аналіз літератури щодо мікроелементного гомеостазу та біологічної ролі мікроелементів (*Феруму, Купруму, Кобальту, Мангану, Цинку та Йоду*) в організмі птиці. Охарактеризовані особливості імунної

системи птиці та вплив есенціальних біоелементів на забезпечення резистентності організму. Описано потребу курчат-бройлерів і перепілок у мікроелементах та можливі шляхи її забезпечення.

Матеріали й методи досліджень. Дисертаційну роботу виконано в лабораторії фізіології, біохімії та живлення птиці Інституту біології тварин НААН. Окремі дослідження проведені також на базі ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького.

Проведено дві серії досліджень. Першу з них – на шести групах курчат-бройлерів кросу «РОСС-308» (по 15 голів у кожній), починаючи з 10-добового віку. Параметри годівлі та мікроклімату приміщення відповідали загальноприйнятим технологічним вимогам утримання в клітках та були ідентичними для курчат усіх груп. Птиці контрольної групи (К) додавали стандартний премікс (СП), у якому мінеральні елементи містились у формі неорганічних солей. Натомість, бройлерам дослідних груп (Д₁–Д₅) випоювали з водою мінеральний комплекс із цитратів цих же біоелементів, виготовлених на основі нанотехнологій у ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» (м. Київ), у кількості 100, 75, 50, 25 і 10 % їх вмісту в СП, відповідно до схеми, поданої на рис. 1.



Рис. 1. Схема досліджень на курчатах-бройлерах

Наприкінці досліду, що збігалось із закінченням періоду вирощування курчат, провели забій птиці 42-добового віку. Матеріалом для досліджень слугували: кров, тканини тимусу, клоакальної сумки, селезінки, печінки, підшлункової залози, стегового і грудного м'язів, слизової оболонки дванадцятипалої кишки та вмісту дванадцятипалої і сліпої кишок. Продуктивні показники вирощування бройлерів оцінювали за масою тіла, середньодобовими приростами, Європейським індексом продуктивності (ЕВІ), збереженістю поголів'я та конверсією корму.

У другій серії експериментальних досліджень з'ясовували вплив комплексу мікроелементів у формі цитратів у раціонах перепілок на перебіг метаболічних процесів у їх організмі та продуктивні якості. Перепілок породи «Фараон» 14-добового віку було сформовано у п'ять груп, по 15 голів у кожній. Птицю утримували в клітках із вільним доступом до корму та води відповідно до існуючих технологічних вимог. Перепілки контрольної групи, згідно з нормами годівлі, отримували стандартний мінеральний премікс, у якому мікроелементи містились у молекулярній формі, а дослідних груп – із водою – мікроелементний комплекс цих же біоелементів у формі цитратів у кількості 50, 25, 10 і 5 % їх вмісту в СП (рис. 2).



Рис. 2. Схема досліджень на перепілках

Упродовж досліду, що тривав чотири місяці, контролювали фізіологічний стан перепілок та несучість. За результатами дослідження продуктивності перепілок встановлено, що несучість, маса тіла та яєць у перепілок третьої і четвертої дослідних груп були найвищими, з-поміж усіх груп. Тому для біохімічних досліджень ми відбирали біологічний матеріал (зразки печінки, підшлункової залози, хімусу дванадцятипалої та сліпих кишків) від птиці контрольної і дослідних груп (Д₃ і Д₄), яким до раціону вводили мінеральну добавку в формі аквацитратів з умістом мікроелементів, що становить 10 і 5 % їх умісту в складі неорганічного преміксу.

У біологічному матеріалі визначали: **у цільній крові:** кількість клітин крові підраховували у камері Горяєва; вміст гемоглобіну та гематокритну величину (Влізло В. В. зі співавт., 2012); кількість Т- і В-лімфоцитів (Солодовников В. Л., 1979; Болотников И. А., Соловьев Ю. В., 1980); показники фагоцитозу псевдоеозинофілів – фагоцитарну активність (ФА), фагоцитарний індекс (ФІ), фагоцитарне число (ФЧ) – за методикою, описаною В. Е. Чумаченко (1991); **у сироватці крові:** вміст загального протеїну за біуретовою реакцією, його фракційний склад – методом

електрофорезу в ПААГ, амінного азоту – реакцією з нінгідринним реактивом, вміст ЦК – методом преципітації поліетиленгліколем (Влізло В. В. зі співавт., 2012); ензимів аланінамінотрансферази (АлАТ; К.Ф.2.6.1.2) й аспартатамінотрансферази (АсАТ; К.Ф.2.6.1.1) – методом Райтмана–Френкеля у модифікації К. Г. Капетанакі (1962); лужної фосфатази (ЛФ; К.Ф.3.1.3.1) – за А. Боданські (Камишніков В. С., 2000); бактерицидну (БАСК) і лізоцимну (ЛАСК) активність сироватки крові – нефелометрично за методиками описаними Ю. М. Марковим (1968) і В. Г. Дорофейчуком (1986); у зразках вмісту сліпих кишок – видовий і кількісний склад мікрофлори (Коротяев А. И., Бабичев С. А., 1998); у тканинах печінки, підшлункової залози, слизової та хімусі 12-палої кишки: вміст загального протеїну за методом Лоурі (1951) та амінного азоту – нінгідринним методом (Довгань Н. Я. зі співавт., 1998); протеїназну активність за методом Кунітца (Калуянц К. А. и соавт. 1973), амілолітичну активність за методом Каравея (Довгань Н. Я. зі співавт., 1998), ліполітичну активність за методом Тітца (Кальницький Б. Д., 1997); у тканинах стегнового і грудного м'язів курчат-бройлерів – кислотність (Крилова Н. М., 1957); вологість – витриманням проб м'яса в сухожарній шафі ($t\ 110\ ^\circ\text{C}$) до отримання постійної маси; вміст жиру – за Соклетом, рівень протеїну – за К'ельдалем; вміст золи – спалюванням у муфельній печі ($t\ 600\ ^\circ\text{C}$), глікогену (Довгань Н. Я. зі співавт., 1998); концентрацію мікроелементів на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115-ПК (Хавезов И. П., 1983). Розтин птиці, відбір внутрішніх органів (тимус, клоакальна сумка, селезінка), їх фіксацію та виготовлення гістозрізів проводили за загальноновизнаними методиками (Меркулов Г. А., 1969). Світлову мікроскопію і мікрофотографування гістопрепаратів тканин проводили за допомогою мікроскопа OLIMPUS CX Y1 та фотокамери OLIMPUS C 5050.

Якість яєць досліджували за морфометричними показниками: маса яєць, жовтка, білка і шкаралупи, міцність шкаралупи, індекс форми, рН білка і жовтка (Влізло В. В. зі співавт., 2004).

Статистичну обробку результатів досліджень проводили за допомогою програми Statist для Windows XP з використанням критерію Стьюдента (Г. Ф. Ларкін, 1990). Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при: *– $P < 0,05$; **– $P < 0,01$; ***– $P < 0,001$.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Морфологічні показники та протеїновий профіль крові бройлерів за включення їм до раціонів цитратів біоелементів нанотехнологічного походження. Результати досліджень морфологічного складу крові свідчать про те, що кількість еритроцитів була дозозалежною від кількості й форми мікроелементів, які отримав організм птиці. Вірогідне зростання числа еритроцитів виявлено лише у курей четвертої дослідної групи, за тенденції до зниження кількості червоних кров'яних тілець у курчат першої і п'ятої дослідних груп, які отримували з водою аквацитрати біометалів у максимальній (100%)

і мінімальній (10 %) досліджуваній кількості щодо їх вмісту в складі СП у неорганічній формі. Порівняно з показниками крові птиці контрольної групи, рівень гемоглобіну у бройлерів, яким випоювали комплекс мікроелементів у цитратованій формі в кількості, що відповідала 25 % їх вмісту в СП (четверта дослідна група), був вищим на 8,6 % ($P < 0,05$), а п'ятої дослідної групи – нижчим на 6,7 % ($P < 0,05$). На тлі відносно стабільного рівня лейкоцитів у крові птиці третьої і четвертої дослідних груп, відзначено зростання їх кількості в крові курчат-бройлерів першої (на 24,1 %, $P < 0,05$) і п'ятої (на 26,9 %, $P < 0,01$) дослідних груп порівняно з контролем. Водночас у птиці четвертої дослідної групи, яка отримувала мікроелементи у формі цитратів у кількості 25 % їх вмісту в СП, кількість лімфоцитів переважала показник аналогів контрольної групи на 11,5 % ($P < 0,05$) на тлі зниження кількості псевдоеозинофілів ($P < 0,01$).

Встановлено, що мікроелементи в формі цитратів забезпечують функціональну активність печінки курчат-бройлерів у значно меншій кількості, ніж рекомендована для мікроелементів у неорганічній формі. Про це свідчить підвищення вмісту розчинних протеїнів у тканинах печінки та підшлункової залози птиці всіх дослідних груп ($P < 0,01$ – $0,001$) порівняно з контролем.

У сироватці крові птиці четвертої дослідної групи, яка отримувала мікроелементи в формі цитратів у кількості 25 % їх рівня в СП у неорганічній формі, виявлено зростання вмісту загального протеїну на 19,9 % ($P < 0,05$), тоді як активність аланін- і аспартатамінотрансферази була близькою до показників бройлерів контрольної групи. У курчат, які отримували з водою аквацитрати мікроелементів у кількості, що відповідала їх вмісту в складі СП (перша дослідна група), активність АЛАТ і АсАТ зростала. За випоювання бройлерам найнижчої досліджуваної кількості комплексу аквацитратів мікроелементів (п'ята дослідна група), на тлі пригнічення протеїнсинтезувальної функції, характерне зниження в складі протеїнів відсотка альбумінів, γ -глобулінів і зростання – β -глобулінів. При цьому активність амінотрансфераз підвищувалась на 16,4 і 26,3 % ($P < 0,001$). Зниження вмісту амінного азоту в крові курчат цієї групи на 17,4 % ($P < 0,01$) є, очевидно, своєрідним маркером катаболічних реакцій і засвідчує пригнічення інтенсивності обмінних процесів, які відбуваються за критично малої дози лімітуючих мікроелементів, що потрапляють в організм птиці.

Показники Т- і В-клітинного імунітету та неспецифічної резистентності курчат-бройлерів за дії аквацитратів мікроелементів. Випоювання курчатам-бройлерам мікроелементів в органічній формі в кількості 50 і 25 % їх вмісту в СП (третья і четверта дослідні групи), спричиняло позитивний вплив на резистентність курчат. Зокрема, бактерицидна і лізоцимна активність сироватки крові бройлерів цих дослідних груп зростала на 5,3 і 5,7 % ($P < 0,05$) відповідно, тоді як вміст ЦК та фагоцитарна активність псевдоеозинофілів були на рівні показників птиці контрольної групи. Рівень Т-загальних й Т-активних лімфоцитів у крові курчат цих дослідних груп був близьким до показників аналогів контрольної групи, а кількість теофілінрезистентних лімфоцитів (Т-хелперів) збільшувалась на 3,3 ($P < 0,05$) і 4,2 % ($P < 0,05$) відповідно. Встановлено й зростання імунорегуляторного індексу.

На тлі застосування мікроелементів у формі цитратів у кількості, еквівалентній їх вмісту в СП у неорганічній формі (група Д₁) виявлено зниження показників, що характеризують гуморальну ланку неспецифічної резистентності у птиці. Зокрема, встановлено зменшення БАСК і ЛАСК на 10 і 9,3 % ($P < 0,05$) відповідно. Разом з цим, відсоток Т-загальних і Т-активних лімфоцитів був на рівні показників контрольної групи, хоч відносна кількість Т-хелперів у крові птиці цієї групи знижувалась на 2,2 % ($P < 0,05$), порівняно з контролем, на тлі незначного зростання Т-супресорів на 1,8 % ($P < 0,05$).

За оцінкою макро- і мікроструктури імунокомпетентних органів констатовано її збереженість у курчат контрольної та всіх дослідних груп. Однак у результаті гістологічного дослідження тимусу, клоакальної сумки та селезінки курчат-бройлерів, які отримували мікроелементи в цитратній формі в кількості 50 і 25 % їх вмісту в СП, виявлено характерні ознаки сповільнення процесів вікової інволюції цих органів. Під час гістоморфологічного дослідження клоакальної сумки птиці першої і п'ятої дослідних груп відзначено делімфотизацію частини лімфоїдних вузликів, клітинне спустошення паренхіми, потовщення сполучнотканинних прошарків їх розволокнення та інфільтрацію клітинами різного гістіоцитарного ряду, що є свідченням розвитку деструктивних змін у цьому органі імунної системи та проявом його вікової інволюції, порівняно з іншими досліджуваними групами курчат-бройлерів.

Стан мікробіоценозу кишок курчат-бройлерів за дії аквацитратів мікроелементів. Порівняно з контролем, у вмісті сліпих кишок бройлерів, які отримували мікроелементи у формі цитратів у кількості, що відповідає їх вмісту в неорганічній формі в СП (перша дослідна група), зменшувалася загальна кількість кишкової палички на 2,82 КУО/г ($P < 0,001$); співвідношення окремих її штамів з різною ферментативною активністю становило 80:20; число біфідо- і лактобактерій було на порядок нижчим, а ентеробактерій лактозонегативних і гемолізуючих штамів не перевищувало 25 % загальної кількості мікроорганізмів.

У хімусі сліпих кишок птиці другої дослідної групи співвідношення штамів *E. coli* з нормальною ферментативною активністю до слабоферментуючих було як 87:13, а третьої дослідної групи (на тлі незначного зростання загальної кількості кишкової палички) – як 90:10. Вміст кокових форм у вмісті сліпих кишок бройлерів третьої дослідної групи був на 2,19 % нижчим.

Видовий склад облігатної мікрофлори вмісту сліпих кишок курчат-бройлерів четвертої дослідної групи був представлений переважно кишковою паличкою, біфідобактеріями, лактобактеріями та ентерококами. Співвідношення окремих штамів *E. coli* з різною ферментативною активністю становило 90:10, кількість грибків роду *Candida* знижувалася в 1,8 раза ($P < 0,01$), а протею – вдвічі ($P < 0,001$). При цьому не виявлено представників патогенної мікрофлори (*Salmonella*, *Shigella*, гемолізуючі стрепто- і стафілококи).

Склад мікробіоценозу сліпих кишок бройлерів п'ятої дослідної групи вірогідних змін не зазнавав, за винятком грибків роду *Candida* та протею, кількість

яких збільшувалась ($P < 0,05$). Присутність лактобактерій була високою, а біфідобактерій – знижувалась до 10^8 КУО/г, порівняно з 10^{10} КУО/г у контролі.

Отже, за якісним і кількісним складом мікрофлори сліпих кишок відзначено кращий результат у курчат-бройлерів четвертої дослідної групи, які отримували з раціоном мікроелементи (Fe, Cu, Co, Mn, Zn, J) у формі цитратів у кількості, яка становить 25 % їх вмісту в СП у формі неорганічних солей.

Продуктивні якості бройлерів за дії аквацитратів мікроелементів. На кінець досліду (56-та доба) найбільшою була середня маса тіла курчат четвертої дослідної групи і на 10,85 % переважала масу птиці контрольної групи. Водночас, маса тіла курчат першої, другої та п'ятої дослідних груп була нижчою від аналогічного показника контролю на 272, 218 та 188 г (на 6,6–9,8 %) відповідно. За вполювання різної кількості мікроелементів у формі цитратів найбільші середньодобові прирости бройлерів виявлені в останніх два тижні завершального періоду їх вирощування (42-га–50-та доба). При цьому, добові прирости курчат першої, другої та п'ятої дослідних груп були нижчими від показників аналогів контрольної групи відповідно в 2,6; 2,1 і 3,4 раза, а третьої і четвертої дослідних груп вищими – в 1,25 і 1,5 раза (на 24,5 і 17,0 %). За оцінкою Європейського індексу продуктивності (ЕВІ) кращий результат встановлено за умови вполювання птиці комплексу мікроелементів у формі аквацитрату в кількості, що відповідала 25 % його вмісту в складі СП. Цей показник навіть у курчат п'ятої дослідної групи, які отримували найнижчу досліджувану кількість біоелементів в органічній формі (10 %) був вищим на 7,5 %, ніж у аналогів контрольної групи. З'ясовано, що мікроелементи у формі аквацитратів покращують показники якості м'яса. Так, за їх введення до раціону птиці третьої, четвертої і п'ятої дослідних груп у кількості 50, 25 і навіть 10 % вмісту в складі СП у грудних м'язах зростав відсоток сухої речовини ($P < 0,05$), вміст протеїну ($P < 0,05$), а також глікогену ($P < 0,05$) відповідно на 5,7; 5,7 і 2,9 %, порівняно з контролем, на тлі незначного зниження вмісту жиру.

Дослідження концентрації мікроелементів у тканинах курчат-бройлерів показали (рис. 3, 4), що в грудних і стегнових м'язах птиці третьої і четвертої дослідних груп вміст *Мангану* і *Кобальту* був максимальним.

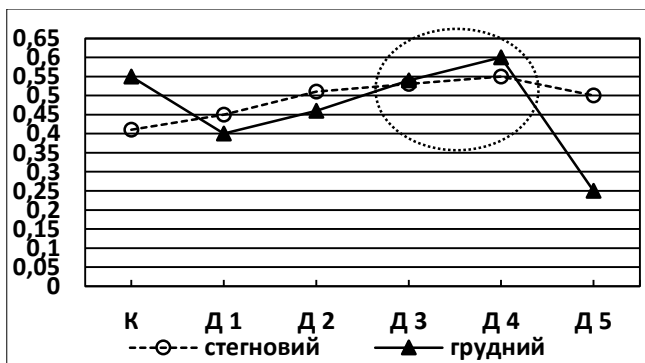


Рис. 3. Вміст Mn у м'язах курчат-бройлерів, мг/кг

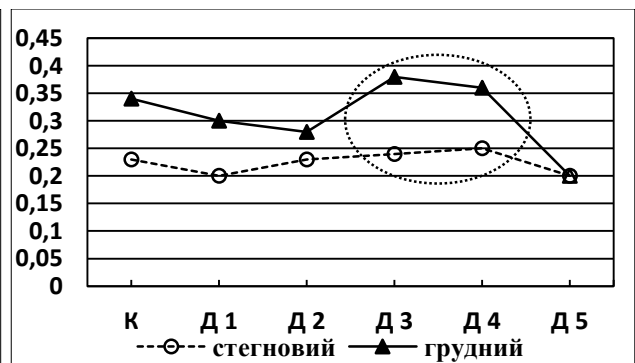


Рис. 4. Вміст Co у м'язах курчат-бройлерів, мг/кг

Характер накопичення *Феруму* та *Цинку* в тканинах був іншим (рис. 5, 6). Зокрема, у стегнових м'язах птиці першої дослідної групи, яка отримувала мікроелементи у формі цитратів у кількості, еквівалентній їх вмісту в СП, рівень *Феруму* був на 19 % ($P < 0,01$) вищим, ніж в контролі, а другої і третьої дослідних груп – нижчим на 12 ($P < 0,05$) і 26 % ($P < 0,01$) відповідно. Водночас вміст біоелемента у грудних м'язах, навпаки, був нижчим у птиці першої і другої дослідних груп на 23,8 % ($P < 0,01$), вищим на 18 % ($P < 0,01$) у курчат третьої дослідної групи і фактично відповідав рівню контролю у бройлерів четвертої дослідної групи. Вміст *Цинку* був вищим у 1,5-3,0 рази у стегнових м'язах, ніж у грудних.

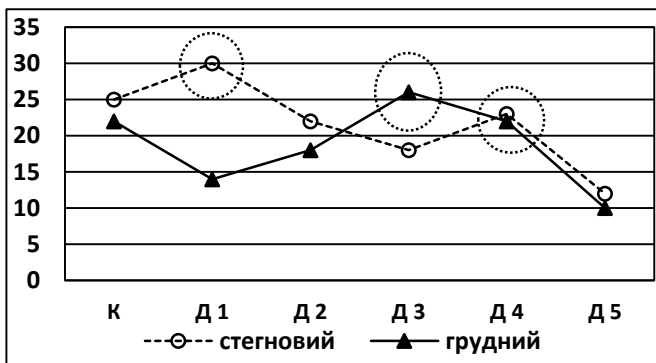


Рис. 5. Вміст Fe у м'язах курчат-бройлерів, мг/кг

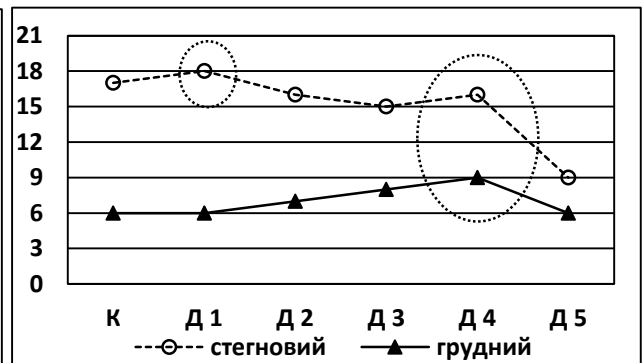


Рис. 6. Вміст Zn у м'язах курчат-бройлерів, мг/кг

Таким чином, за вполювання птиці аквацитратів мікроелементів нанотехнологічного походження відбувається перерозподіл мікроелементів в організмі, зокрема *Мангану*, *Цинку* та *Феруму*. За умови збільшення вмісту біоелемента в грудних м'язах, одночасно зменшується його рівень у стегнових м'язах, і навпаки, за зниження його вмісту в грудних м'язах – підвищується його рівень у стегнових м'язах. Це зумовлено специфічністю накопичення елементів у біологічних тканинах, винятком є птиця четвертої дослідної групи.

Протеїновий обмін в організмі перепілок за дії мікроелементних добавок. Встановлено, що введення до раціону птиці мікроелементів у формі аквацитратів у кількості, що становить 10 % їх вмісту в неорганічному преміксі (третья дослідна група), сприяє вірогідному підвищенню рівня розчинних протеїнів у тканинах печінки на 5,6 % ($P < 0,01$), підшлункової залози на 13,5 % ($P < 0,01$) та хімусі дванадцятипалої кишки на 25,2 % ($P < 0,001$) порівняно з контролем (рис. 7). Динаміка концентрації амінного азоту в тканинах перепілок за дії аквацитратів біогенних елементів була подібною до змін вмісту протеїнів (рис. 8).

Однак, за умови введення меншої кількості мікроелементів у формі аквацитратів (група Д₄), рівень амінного азоту як у печінці, так і в підшлунковій залозі був нижчим відповідно на 4,0 і 3,6 % ($P < 0,05$), ніж у птиці контрольної групи. Це зумовлено інтенсивним використанням амінокислот на побудову тіла та їх транспортуванням з печінки до яйцепроводу, де вони беруть участь у синтезі специфічних протеїнів яйця (птиця дослідних груп мала високу несучість, масу яйця та прирости маси тіла).

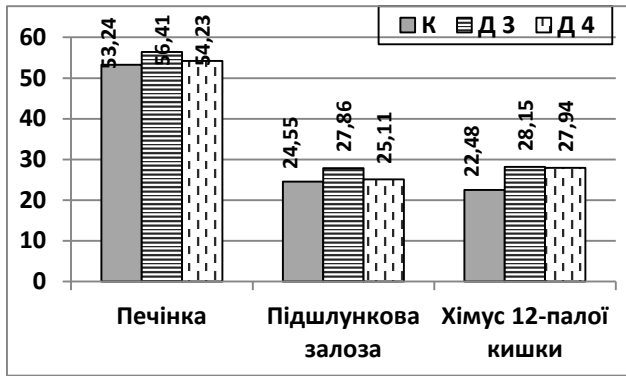


Рис. 7. Вміст розчинних протеїнів, мг/г Рис. 8. Вміст амінного азоту, мг/г

Активність аспартат- і аланінамінотрансферази вірогідно збільшувалась у печінці та підшлунковій залозі перепілок обох дослідних груп, порівняно з показниками аналогів контрольної групи ($P < 0,05-0,001$). Співвідношення АсАТ/АЛАТ (коефіцієнт де-Рітіса) в тканинах птиці дослідних груп було на рівні показників птиці, що з кормом отримувала неорганічну мікроелементну добавку.

Активність гідролітичних ензимів у перепелів за дії аквацитратів мікроелементів. Протеолітична та ліполітична активність ензимів у тканинах підшлункової залози перепілок підвищувалася за умови введення до раціону мінеральної добавки у формі аквацитратів. Особливо помітним було зростання ліполітичної активності. Зокрема, у перепілок третьої дослідної групи цей показник, порівняно з контролем, зростав на 13,5 % ($P < 0,001$) і ще більше у птиці четвертої дослідної групи — на 21,3 % ($P < 0,001$). З'ясовано, крім цього, що активність протеаз і ліпаз у хімусі дванадцятипалої кишки птиці третьої і четвертої дослідних груп зростала втричі і вдвічі відповідно. Амілолітична активність в усіх досліджуваних тканинах перепілок дослідних груп, порівняно з контрольною, знижувалась, що характеризувало відповідну функціональну й адаптаційну активність підшлункової залози.

Мікробіоценоз сліпих кишок перепілок за дії аквацитратів мікроелементів. Підтверджено, що основними представниками індигенної мікрофлори кишок перепелів є лактобактерії, біфідобактерії, кишкова паличка та ентерококи. Вони формують стійкий мікробіоценоз. Зокрема, у вмісті сліпих кишок перепілок третьої дослідної групи, виявлено більшу загальну кількість колоній кишкової палички на 1,17 log КУО/г порівняно з показником птиці контрольної групи. Відсоток клітин штамів з нормальною ферментативною активністю був близьким до 96 %. У вмісті сліпих кишок перепілок четвертої дослідної групи простежується тенденція до зростання загальної кількості *E. coli*, на тлі зменшення штамів зі слабкою ферментативністю до 5,69 %. Відсутність у вмісті кишок дослідних груп перепілок лактозонегативних штамів *E. coli* та наявність лише поодиноких колоній гемолізуючих штамів ентеробактерій (*Streptococcus*, *Staphylococcus* pp.) позитивно характеризує вплив цитратів мікроелементів на мікробіоценоз кишок. При цьому під час дослідження складу факультативної мікрофлори, в сліпих кишках не виявлено клітин протею та

дріжджоподібних грибків, тоді як у птиці контрольної групи висівали клітини бактерії роду *Proteus*, грибків роду *Candida* і цвілевих грибків.

Вплив цитратів мікроелементів на продуктивність перепілок і якість продукції. З'ясовано, що найвищою була несучість перепілок третьої дослідної групи, яким випоювали мікроелементи у формі цитратів у кількості 10 % їх вмісту в складі СП і становила 95,8 %, що на 6,1 % вище, ніж у контролі. Водночас маса яєць, знесених перепілками саме цієї групи, була найвищою з-поміж усіх інших груп. Яйця мали більшу масу жовтка ($P < 0,01$), білка ($P < 0,05$), а також більшу масу і міцність шкаралупи ($P < 0,05$) порівняно з аналогами контрольної групи. Водночас у перепілок другої і четвертої дослідних груп яєчна продуктивність переважала показники аналогів контрольної групи на 2,0 і 4,2 % відповідно. У птиці першої дослідної групи, яка отримувала цитратовані біоелементи в кількості, що становила 50 % вмісту в СП цих елементів у неорганічній формі, вона була нижчою на 2 % від показників у контролі.

Прирости маси тіла перепілок, за введення до їх раціонів мінеральної добавки у формі аквацитратів мікроелементів, переважали прирости птиці контрольної групи (за період дослідження). Так, маса перепілок контрольної групи збільшилась на 96,17 г, а дослідних груп – на 99,4; 100,3; 111,3 та 111,7 г, тобто на 2,8; 4,3; 15,7 та 16,1 % відповідно. Отже найбільші прирости були у перепілок, які отримували комплекс есенціальних елементів у формі аквацитратів у кількості, що була в 10 і 20 разів меншою, ніж їх рівень у складі неорганічного мінерального преміксу.

Виявлено позитивний вплив мікроелементів у формі цитратів нанотехнологічного походження на вміст загальних ліпідів у жовтках яєць перепілок. А саме – він був вищим у жовтках яєць третьої дослідної групи на 8,5 % ($P < 0,01$) і четвертої – на 9,6 % ($P < 0,01$), порівняно з контролем, на тлі зниження вмісту вільного холестеролу на 0,9 ($P < 0,001$) та 1,8 % ($P < 0,05$) відповідно. Вміст розчинних протеїнів та амінного азоту в жовтках яєць перепілок дослідних груп (Д₃, Д₄), був на рівні показників у жовтках яєць птиці контрольної групи. Щодо рівня окремих мікроелементів у жовтках, то вміст *Кальцію* в яйцях, знесених перепілками, яким випоювали мікроелементи в формі цитратів у кількості, що становить 10 % їх вмісту в СП (третья дослідна група) був на 6 % ($P < 0,05$) вищим, *Цинку* – на 25 % ($P < 0,01$), *Йоду* – на 4,2 % ($P < 0,05$), ніж у контролі.

Міцність шкаралупи яєць, знесених птицею четвертої дослідної групи порівняно з аналогами контрольної групи була нижчою на тлі її вищої маси, що, очевидно, є результатом низького рівня засвоєння *Кальцію*, що може бути зумовлено нестачею *Йоду* в раціоні.

Дослідження концентрації мікроелементів у тканинах свідчать про підвищення вмісту Mn, Fe, Zn, Cu і Co ($P < 0,05$ – $0,001$) у печінці та стегнових м'язах, а також Fe і Cu ($P < 0,01$ – $0,001$) у грудних м'язах перепілок, які отримували біоелементи в формі цитрату в кількості, що становить 10 % їх вмісту в СП.

ВИСНОВКИ

У дисертації, відповідно до мети і поставлених завдань, отримано нові дані про вплив різної кількості комплексу цитратів *Мангану, Феруму, Цинку, Купруму, Кобальту* і *Йоду* нанотехнологічного походження в раціонах курчат-бройлерів та перепілок на метаболічні процеси, мікробіоценоз травного каналу, функціональний стан і морфоструктуру імунокомпетентних органів, показники неспецифічної резистентності, продуктивність і якість продукції; експериментально обґрунтовано доцільність заміни мікроелементів у формі неорганічних солей у складі мінерального преміксу комплексом наноцитратів цих же елементів; визначено оптимальні кількості аквацитратів мікроелементів для включення у раціони птиці.

1. Встановлено, що виражений позитивний вплив на збереженість птиці, перебіг метаболічних процесів, продуктивність та якість продукції відбувається за умови заміни в складі мінерального преміксу неорганічної форми мікроелементів наноаквацитратною формою цих же біоелементів. Оптимальний результат досягається за впоювання цитратів мікроелементів нанотехнологічного походження у кількості (мг/кг корму): *Mn* – 25,0; *Zn* – 15,0; *Fe* – 2,5; *Cu* – 0,63; *Co* – 0,25; *J* – 0,18 – для курчат-бройлерів та *Mn* – 8,0; *Zn* – 7,5; *Fe* – 1,0; *Cu* – 0,5; *Co* – 0,1; *J* – 0,03 – для перепілок, що становить 25 і 10 % їх вмісту в стандартному мінеральному преміксі, для кожного виду птиці відповідно.

2. За введення до раціонів птиці оптимальної кількості цитратів мікроелементів нанотехнологічного походження, порівняно з аналогами контрольної групи, у крові курчат-бройлерів зростає кількість еритроцитів 17,3 % ($P < 0,05$) і рівень гемоглобіну на 8,6 % ($P < 0,05$); у сироватці крові збільшується відносний вміст протеїнів альбумінової та γ -глобулінової фракцій на 5,0 та 6,1 % ($P < 0,05$); концентрація розчинних протеїнів підвищується у печінці в 1,9 раза ($P < 0,001$) та підшлунковій залозі – в 1,3 раза ($P < 0,001$); зростає амілолітична активність у хімусі дванадцятипалої кишки ($P < 0,001$), печінці ($P < 0,05$) та підшлунковій залозі ($P < 0,01$), а також протеолітична активність у слизовій і хімусі дванадцятипалої кишки ($P < 0,05$ – $0,01$) та підшлунковій залозі ($P < 0,05$).

3. Доведено, що на тлі впоювання перепілкам оптимальної кількості мікроелементів у цитратній формі у тканинах печінки, підшлункової залози та хімусі дванадцятипалої кишки вміст розчинних протеїнів підвищується на 5,6; 13,5 і 25,2 % ($P < 0,001$); концентрація амінного азоту в печінці та підшлунковій залозі зростає на 6,3 і 3,2 % ($P < 0,05$); аланін- та аспаратамінотрансферазна активність в гомогенаті цих органів вища за показники контролю на 19,8 і 3,0 % та 6,5 і 2,2 % відповідно ($P < 0,05$ – $0,001$).

4. Констатовано, що за умови заміни в складі раціону мікроелементів у формі неорганічних солей (у преміксах для кожного виду птиці) оптимальною кількістю їх цитратної форми нанотехнологічного походження співвідношення окремих штамів *Escherichia coli* з різною ферментативною активністю у мікробіоті сліпих кишок курчат-бройлерів становить приблизно як 90 до 10 і відповідає рівню аналогів контрольної групи. Встановлено повну відсутність патогенної мікрофлори (*Salmonella*, *Shigella*, гемолізуючі стрепто- і стафілококи). У перепілок загальна

кількість колоній кишкової палички зростає на $1,17 \log_{10}$ КУО/г ($P < 0,001$) за рахунок збільшення кількості штамів з нормальною ферментативною здатністю до 95,5 %.

5. Показано, що за введення до раціонів птиці оптимальної кількості комплексу мікроелементів у формі аквацитратів відносний рівень теофілінрезистентних лімфоцитів (Т-хелперів) зростав на 4,2 % ($P < 0,05$), порівняно з курчатами, які отримували ці ж біоелементи у формі неорганічних солей в складі стандартного преміксу. При цьому кількість Т-загальних і Т-активних лімфоцитів була близькою до показників аналогів контрольної групи. Разом з цим у птиці, яка отримувала мікроелементи у формі цитратів у кількості 25 % їх вмісту в СП, кількість лімфоцитів переважала показник аналогів контрольної групи на 11,5 % ($P < 0,05$) на тлі зниження кількості псевдоеозинофілів ($P < 0,01$).

6. Виявлено, що макро- і мікроскопічна будова імунокомпетентних органів (тимус, клоакальна сумка, селезінка) у курчат-бройлерів, на тлі випоювання їм аквацитратів досліджуваних мікроелементів (25 % кількості біоелементів у неорганічній формі в стандартному преміксі) збережена і вказує на їх активний морфофункціональний стан. У результаті гістологічного вивчення структури органів імунної системи, зокрема клоакальної сумки, виокремлено ознаки, що характеризують сповільнення процесів вікової інволюції імунокомпетентних органів.

7. Встановлено, що за випоювання аквацитратів мікроелементів у відповідних для кожного виду птиці оптимальних кількостях підвищується маса тіла курчат-бройлерів 42-добового віку на 7,2 %, 56-добового віку – на 10,9 %, а також 72-добових перепілок – на 15,7 %; зростає несучість перепілок на 6,11 %, маса яєць ($P < 0,05$), міцність шкаралупи ($P < 0,05$); поліпшується біологічна цінність яєць: у жовтках підвищується вміст *Кальцію* ($P < 0,05$), *Йоду* ($P < 0,05$), *Цинку* ($P < 0,01$), загальних ліпідів ($P < 0,01$) та знижується концентрація вільного холестеролу ($P < 0,001$).

8. Застосування оптимальної кількості аквацитратів мікроелементів у годівлі птиці сприяє збільшенню сумарного вмісту *Мангану* ($P < 0,05$) та *Кобальту* ($P < 0,01$) у м'язах курчат-бройлерів; підвищенню концентрації мікроелементів *Мангану*, *Феруму*, *Цинку*, *Купруму* і *Кобальту* ($P < 0,05$ – $0,001$) у печінці та стегнових м'язах; *Феруму* і *Купруму* ($P < 0,01$ – $0,001$) у грудних м'язах перепілок.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

З метою повноцінного мінерального забезпечення птиці рекомендується вводити до складу раціонів мікроелементи в формі цитратів у кількості (мг/кг корму):

Елемент	Курчата-бройлери*	Перепілки**
Манган (Mn)	25,0	8,0
Цинк (Zn)	15,0	7,5
Ферум (Fe)	2,5	1,0
Купрум (Cu)	0,63	0,5
Кобальт (Co)	0,25	0,1
Йод (I)	0,18	0,03

*– 25 %; **– 10 % – від вмісту біоелемента в неорганічній формі в складі СП.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. **Медвідь С. М.,** Гунчак А. В., Стефанишин О. М., Пашенко А. Г. Стан мікробіоценозу кишечника курчат-бройлерів за дії цитратів біоелементів. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*. Львів, 2017. Т.19, № 74. С. 224–228. (Дисертантка провела дослідження, проаналізувала одержані результати й підготувала статтю до друку).
2. **Медвідь С. М.** Клітинний і білковий профілі крові курчат-бройлерів за введення їм до раціону цитратів мікроелементів. *НТБ ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок та ІБТ НААН*. Львів, 2017. Вип. 18, № 2. С. 28–33.
3. **Медвідь С. М.,** Гунчак А. В., Гутий Б. В., Ратич І. Б. Перспективи раціонального забезпечення курчат-бройлерів мінеральними речовинами. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*. Львів, 2017. Т. 19, № 79. С. 127–134. (Дисертантка проаналізувала наукові джерела літератури з проблематики мінерального живлення птиці та підготувала статтю до друку).
4. **Медвідь С. М.,** Гунчак А. В., Стефанишин О. М., Ратич І. Б., Сірко Я. М., Кисців В. О. Активність гідролітичних ензимів та стан мікробіоценозу сліпих кишок перепелів за впливу аквацитратів мікроелементів. *Тваринництво України*. 2018. № 6. С. 24–30. (Здобувачка провела визначення активності гідролітичних ензимів, посів біологічного матеріалу на селективних середовищах, статистично опрацювала отримані результати, підготувала статтю до друку).
5. **Медвідь С. М.** Вплив аквацитрату мікроелементів на показники неспецифічної резистентності та клітинний імунітет у курчат. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*. Львів, 2018. Т. 20, № 84. С. 33–38.
6. **Медвідь С. М.** Продуктивні та м'ясні якості курчат-бройлерів за дії аквацитрату мікроелементів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. Вип. 2 (34). С. 174–178.
7. **Медвідь С. М.,** Гунчак А. В., Хміль Є. П. Гістоструктура імунокомпетентних органів у курчат-бройлерів за дії аквацитрату мікроелементів. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*. Львів, 2018. Т. 20, № 83. С. 44–50. (Дисертантка провела експериментальні дослідження, проаналізувала отримані результати, підготувала статтю до друку).
8. **Медвідь С. М.,** Гунчак А. В., Стефанишин О. М., Пашенко А. Г. Вплив наночитрату мікроелементів на інтенсивність протеїнового обміну в тканинах курчат-бройлерів та продуктивність. *Біологія тварин*. 2018, Т. 20, № 2. С. 58–64. (Здобувачка дослідила показники протеїнового обміну у курчат, взяла участь у написанні статті).
9. Гунчак А. В., **Медвідь С. М.,** Сірко Я. М. Інтенсивність протеїнового обміну в організмі перепілок та їх несучість за використання мікроелементних добавок до раціонів. *Таврійський науковий вісник*, 2018, Вип. 102. С. 94–99. (Здобувачка дослідила показники протеїнового обміну у перепілок, провела статистичну обробку одержаних результатів і їх аналіз, взяла участь у написанні статті).

10. Спосіб корекції показників неспецифічної резистентності та клітинного імунітету курчат-бройлерів. Патент України на корисну модель 126924. Опубл. 10.07.2018. Бюл. № 13. /С. М. Медвідь, А. В. Гунчак, В. О. Кисців, О. М. Стефанишин, Я. М. Сірко, А. Г. Пащенко, Н. І. Борецька, Б. В. Гутий. (Здобувачка узагальнила результати дослідження та оформила документи на патент).

11. Цитрати мікроелементів нанотехнологічного походження у птахівництві: метаболічні процеси, продуктивність та якість продукції /А. В. Гунчак, С. М. Медвідь, О. М. Стефанишин, Я. М. Сірко, В. О. Кисців, А. Г. Пащенко, Н.І. Борецька. Методичні рекомендації. (Затверджено Вченою радою ІБТ НААН 26.06.2018 р., прот. № 6). Львів, 2018. 32 с. (Здобувачка провела дослідження, узагальнила отримані дані, взяла участь у підготовці методичних рекомендацій до друку).

12. Медвідь С. М., Мартинюк У. А. Показники системи антиоксидантного захисту в грудних м'язах курчат-бройлерів за дії цитратів біоелементів. *Біологія тварин*. 2018. Т. 18. № 4. С. 164. (Дисертантка виконала експериментальну частину роботи, провела обробку та аналіз даних, підготувала тези до друку).

13. Медвідь С. М. Імунний статус курчат-бройлерів за впливу цитрату мікроелементів. Матеріали 6-ї всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України» (с. Оброшино, 9 листопада 2017 р.) С. 35–36.

14. Медвідь С. М. Продуктивність курчат-бройлерів за дії цитратів біоелементів. Матеріали 16-ї всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини», присвяченої доктору біологічних наук, професору Головачу В. М. (м. Львів, 8–9 грудня 2017 р.). *Біологія тварин*. 2017. Т 19. № 4. С.130.

АНОТАЦІЯ

Медвідь С. М. Метаболізм, резистентність та продуктивність птиці за дії цитратів мікроелементів нанотехнологічного походження. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.04 – «біохімія». – Інститут біології тварин НААН, Львів, 2019.

Дисертаційна робота присвячена з'ясуванню впливу аквацитратів мікроелементів (Fe, Cu, Co, Mn, Zn, I) нанотехнологічного походження на метаболічні процеси в організмі курчат-бройлерів та перепілок, резистентність, імунну систему, продуктивність і якість продукції. Встановлено оптимальну кількість цих мікроелементів у формі цитратів для введення до раціонів птиці. Виявлено, що кращий результат досягається за впоювання комплексу цитратів мікроелементів в кількості, що еквівалентна 25 % (для курчат-бройлерів) і 10 %

(для перепілок) від їх вмісту в стандартному мінеральному преміксі для кожного виду птиці. На тлі випоювання птиці такої кількості біоелементів у формі цитратів у крові зростає кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну, гематокритна величина, підвищується неспецифічна резистентність (БАСК, ЛАСК, ЦІК), збільшується відносний рівень теофілінрезистентних лімфоцитів; спостерігається сповільнення процесів вікової інволюції імунокомпетентних органів (тимуса, клоакальної сумки та селезінки); посилюється протеїнсинтезувальна функція; у мікробіоті сліпих кишок підвищується вміст штамів *Escherichia coli* з нормальною ферментативною активністю.

Позитивний вплив аквацитратів мікроелементів на продуктивні якості характеризується зростанням маси тіла бройлерів у 56-добовому віці на 10,9 % та 72-добових перепілок на 15,7 %; несучість останніх зростає на 6,11 % на тлі поліпшення якості яєць: у жовтках підвищується вміст Ca, J, Zn, загальних ліпідів, знижується рівень вільного холестеролу.

Ключові слова: птиця, курчата-бройлери, перепілки, аквацитрати мікроелементів, метаболізм, резистентність, продуктивність, якість продукції.

АННОТАЦІЯ

Медвидь С. М. Метаболизм, резистентность и продуктивность птицы при воздействии цитратов микроэлементов нанотехнологического происхождения. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.04 – «биохимия». – Институт биологии животных НААН, Львов, 2019.

Диссертация посвящена изучению влияния аквацитратов микроэлементов (Fe, Cu, Co, Mn, Zn, I) нанотехнологического происхождения на метаболические процессы в организме цыплят-бройлеров и перепелов, резистентность, иммунную систему, продуктивность и качество продукции. Установлено оптимальное количество этих микроэлементов в форме цитратов для ввода в рационы птицы. Показано, что лучший результат достигается при выпойке комплекса цитратов микроэлементов в количестве, эквивалентном 25 % (для цыплят-бройлеров) и 10 % (для перепелов) от их содержания в стандартном минеральном премиксе для каждого вида птицы. На фоне выпойки птице такого количества биоэлементов в форме цитратов в крови увеличивается количество эритроцитов, содержание гемоглобина, гематокритная величина, повышается неспецифическая резистентность (БАСК, ЛАСК, ЦІК), увеличивается относительный уровень теофиллинрезистентных лимфоцитов, наблюдается замедление процессов возрастной инволюции иммунокомпетентных органов (тимуса, клоакальной сумки и селезінки); усиливается протеинсинтезирующая функция; в микробиоте слепых кишок повышается содержание штаммов *E. coli* с нормальной ферментативной активностью.

Положительное влияние аквацитратов микроэлементов на продуктивные качества характеризуется ростом массы тела бройлеров 56-суточного возраста на 10,9 % и 72-суточных перепелов на 15,7 %; яйценоскость последних увеличивается на 6,11 % на фоне улучшения качества яиц: в желтках повышается содержание Ca, J, Zn, общих липидов, снижается уровень свободного холестерина.

Ключевые слова: птица, цыплята-бройлеры, перепела, аквацитраты микроэлементов, метаболизм, резистентность, продуктивность, качество продукции.

ABSTRACT

Medvid S.M. Metabolism, Resistance and Productivity of Poultry under the Influence of Nanotechnological Microelement Citrates – Qualification paper as manuscript.

Thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences in specialty 03.00.04 – "Biochemistry". – Institute of Animal Biology of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Lviv, 2019

The thesis aims at studying the impact of nanotechnological aqua citrates of microelements on metabolism, resistance and productivity of poultry. An optimum amount of microelements (Fe, Cu, Co, Mn, Zn, I) in the form of aqua citrates in the diets of broiler chicken and quails has been determined.

The first series of tests, aimed at determining the most tolerant amount of nano technological citrates of microelements (Ferum, Cuprum, Cobalt, Manganese, Zinc and Iodine) in poultry diet, has been conducted in six groups of broiler chicken (15 birds per group) of ROSS-308 crossbreed, starting from the age of 10 days old. Control group (C) birds were fed complete feed (CF) with standard mineral premix (SMP) which contained research proven amounts of the six essential microelements (Fe, Cu, Co, Mg, Zn, and I) in their inorganic forms. Instead of molecular forms of microelements, test group birds (D1-D5) were fed water and a complex nanotechnological preparation of the same elements. First test group chicken were fed aqua citrates of biogenic elements in the amounts equaling 100% of their content in SMP for the first group, 75% for the second group, 50% for the third group, 25% for the fourth group and 10% for the fifth group. The second series of tests has been conducted on Pharaoh breed quails. Test group quails were fed water and smaller amounts of microelements as compared to broiler chicken, in particular 50, 25, 10 and 5% of their content in SMP for this type of poultry.

It has been determined that the best results are achieved when feeding nanotechnological citrates of microelements in the amounts equaling 25% (for broiler chicken) and 10% (for quails) of their content in standard mineral premix for each type of poultry. Feeding such amounts of bioelements in the form of citrates to poultry improves hematopoiesis (RBC rate increases along with hemoglobin levels and HCT); enhances protein synthesis function (total protein levels in blood serum and soluble protein levels in tissue increase); the rate of E. coli strains with normal fermentative function in blind gut microbiota reaches 95-96 %.

Aqua citrates of microelements in suggested amounts stimulate non-specific resistance in birds (serum bactericidal activity, serum lysozyme activity, circulating immune complexes); promote increase of T-active lymphocyte level and ensure morphological and functional activity of immune-competent bodies (thymus, bursa of Fabricius and spleen).

A positive impact of aqua citrates of microelements on productivity is seen in body mass increase by 10.9 % in broilers at 56 days old and by 15.7 % in quails at 72 days old. Egg-laying properties of the latter increase by 6.11 % along with improvement of egg quality: yolks have higher calcium, iodine and zinc levels, more total lipids and less free cholesterol.

It has been established that feeding the birds with nano aqua citrates in different amounts (100 and 10% as compared to their content in SMP) as a rule has an insignificant and at times negative impact on metabolism, immune resistance and productivity of the birds. Thus, group D1 and D5 birds along with the highest and lowest doses of citrates of bioelements demonstrated lower blood hemoglobin levels. At the same time, WBC rate in birds of the fifth test group was by 26.9% higher, the level of amine nitrogen decreased and albumin and γ -globulins in blood serum decreased while β -globulin levels decreased. In the first test group birds, along with depressed activity of gut microflora (total E.coli rate decreased by 2.82 CFU/g, ratio between strains with different fermentative activity was 80 to 20, the number of bifido and lactobacteria was slightly lower, lactose negative and hemolytic strains of enterobacteriaceae made up for more than 25% of total microorganism rate), serum bacterial activity and serum lysozyme activity decreased ($P < 0,01$). The level of T-total and T-active lymphocytes in the blood of chickens in these experimental groups was close to that of control group analogues, and the number of theophylline-resistant lymphocytes (T-helper cells) increased by 3.3 ($P < 0.05$) and 4.2% ($P < 0.05$) respectively. Body mass of broiler chicken of the first and fifth test groups at 56 days old was by 272 g and 188 g less than in control group birds.

Bioelements in the form of nanoaquacitrates may be used as efficient replacement of microelements within inorganic mineral premixes in poultry diets.

Keywords: poultry, broiler chicken, quails, aqua citrates of microelements, metabolism, resistance, productivity, product quality.