

БІОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ НАНОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЦИТРАТІВ J, SE, S У КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ В ДРУГИЙ ПЕРІОД ВИРОЩУВАННЯ**Р. С. Федорук¹, І. І. Ковальчук², М. М. Цап¹, А. З. Пилипець¹, У. І. Тесарівська⁴, О. Л. Шаян³, О. І. Колещук²**¹Інститут біології тварин НААН, вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, вул. Пекарська 50, м. Львів, 79010, Україна³ТОВ «ВІВІВАЛ», вул. Наливайка, 5, м. Пустомити, Пустомитівський район, Львівська обл., 81100, Україна⁴Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів і кормових добавок, вул. Донецька, 11, м. Львів, 79019, Україна

Дослідження проведені на двох групах курчат-бройлерів кросу ROOS-308, поділених на контрольну (1) і дослідну (2) групи, в умовах промислового вирощування та щоденного додавання до води нанотехнологічних цитратів J, Se, S впродовж 24-48 діб відгодівлі. Метою досліджень ставили з'ясування комплексної поєднаної біологічної дії нанотехнологічних цитратів J, Se, S в курчат-бройлерів за умов їх застосування на 2-3 періодах вирощування. За періодами дослідження визначали 7-добову динаміку змін маси тіла, збереженість і загибель курчат, масу внутрішніх органів та їх коефіцієнти мас у період технологічного забою на 48 добу вирощування. У цей період відбирали зразки крові для визначення біохімічних показників і внутрішніх органів з дослідженням їх розвитку за масою і коефіцієнтами мас. Встановлено коригуючий вплив нанотехнологічних цитратів J, Se, S на показники білкового і мінерального обміну, ріст і розвиток печінки, шлунку, селезінки і щитоподібної залози птиці. Відзначено підвищення приростів маси тіла курчат-бройлерів на 5,2 % на 48 добу життя за періодами росту та застосування цитратів J, Se, S на тлі зниження показників загибелі на 0,62 % за дослідний період (К – 1,64 %; Д – 1,02 %). Середньодобовий приріст за 48 діб у курчат контрольної групи становив 59,6 г з досягненням маси тіла 2859 г, а дослідної 62,7 г і 3009 г відповідно. Вказується, що вивчення можливості збагачення продукції птахівництва деякими новими сполуками мікроелементів, у т.ч. J і Se, покращить їх вплив на здоров'я птиці та людини (Nys Y. et al., 2018).

Ключові слова: біологічний вплив, нанотехнологічний цитрат, йод, селен, сірка, курчата-бройлери

Вступ. Мінеральне живлення сільськогосподарської птиці за умов промислового ведення галузі птахівництва передбачає нормоване додавання до комбікорму низки макро-мікроелементів у вигляді їх мінеральних

солей [9, 19]. Однак, біологічна доступність і вплив на продуктивність птиці таких сполук мають суттєво нижчі показники порівняно з аналогами цих елементів у формі солей органічних кислот [6, 26].

Інформація про авторів:

Федорук Ростислав Степанович, доктор вет. наук, професор, член-кореспондент НААН, головний науковий співробітник лабораторії екологічної фізіології та якості продукції, e-mail: rostislavfedoruk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5930-4058>

Ковальчук Ірена Іванівна, доктор вет. наук, в. о. завідувача кафедри нормальної та патологічної фізіології імені С. В. Стояновського, e-mail: irenakovalchuk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9932-6315>

Цап Марія Миколаївна, кандидат с.-г. наук, в. о. завідувача лабораторії екологічної фізіології та якості продукції, e-mail: mm_tsap@meta.ua, <https://orcid.org/0000-0002-1446-0409>,

Пилипець Андрій Зіновійович, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник лабораторії екологічної фізіології та якості продукції, e-mail: pylyp-andriy@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4730-7339>

Тесарівська Уляна Іванівна, доктор вет. наук, завідувач відділу держконтролю стандартизації та сертифікації, e-mail: tesar21@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3503-2654>

Шаян Олег Леонідович, лікар ветеринарної медицини e-mail: oshajan@ukr.net

Колещук Олена Іванівна, кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри фармації та біології, e-mail: okolechuk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-9903-562X>

Крім того, низька засвоюваність макро-мікроелементів з мінеральних солей в організмі птиці зумовлює ще й екологічні проблеми щодо надходження в навколишнє середовище значної кількості важких металів. Зокрема, екологічні ризики та обмежувальні норми застосування мікроелементів на тлі вдосконалення методів виявлення забруднень мінеральними компонентами, призвели до необхідності повторного вивчення потреби птиці у мікроелементах. Разом з тим, технологічною проблемою у птахівництві вважається додавання до комбікормів високореакційних солей – йодидів, йодатів, селенітів, селенатів, сульфатів тощо, що зменшують термін зберігання та застосування кормів [6, 9, 10].

Тому в промисловому тваринництві, у т. ч. птахівництві та ветеринарній медицині, на даний час набуває поширення використання органічних сполук біотичних макро-мікроелементів, що одержані методами хімічного, біотехнологічного або нанотехнологічного синтезу [4, 10, 11, 12]. Однак, виготовлення органічних сполук макро-мікроелементів хімічними методами не забезпечує належної їх чистоти від токсичних домішок, а промислова технологія одержання дороговартісна й екологічно шкідлива. Найбільш безпечними технологіями, що дають можливість отримувати наближені до природних сполук мікроелементів, на даний час вважаються біотехнологічні процеси з використанням різних штамів мікроорганізмів і нанотехнологічні. Значного розвитку одержання цих сполук набувають і нанотехнології, що базуються на поєднанні мікроелементів високої хімічної чистоти і харчових (лимонної, пропіонової, бурштинової) та інших органічних кислот [2, 5, 11].

Проведені в ІБТ НААН у 2008-2021 роках дослідження з введення до питної води лабораторним і продуктивним тваринам цитратів Cr, Fe, Ge, J, Se, S, Ni показали високу фізіологічну активність їх в організмі [4, 15]. Результати цих досліджень висвітлені у понад 80 публікаціях, у т. ч. з використанням нанотехнологічних цитратів J, Se, S у живленні шурів [15, 20] та курчат-бройлерів [16, 21]. Експериментальні дослідження впливу нанотехнологічних цитратів J, Se, S на орга-

нізм шурів і курчат-бройлерів були проведені за використання різних доз цих елементів без зміни в раціонах рівня нормованого їх забезпечення [4, 14, 15]. Враховуючи, що фізіологічна активність вказаних сполук у 8-10 разів вища від їх хімічних аналогів [2, 5], були застосовані мікро-кількості J, Se, S у формі нанотехнологічних цитратів. Це дозволило встановити мінімальні фізіологічно активні дози та співвідношення нанотехнологічних цитратів J, Se, S для використання їх як БАД у технології вирощування курчат-бройлерів. Відомо, що J, Se, S, як елементи мінерального живлення, відіграють важливу регуляторну роль в метаболічних реакціях щитоподібної залози (ЩЗ), функціонуванні низки фізіологічних систем і органів, процесах травлення, розмноження та адаптації [1, 6, 16, 22, 28]. Зокрема, J є важливим елементом функціонування гіпофіз-тиреоїдної системи, що в іонному стані впливає на білковий, ліпідний, водно-електролітний і енергетичний обмін, бере участь у коригуванні репродуктивної й онтогенетичної здатності та продуктивності [17].

Йод активує життєдіяльність мікроорганізмів травного каналу, що підвищує інтенсивність росту тварин [1, 18]. Разом з тим високий рівень надходження J в організм тварин шкідливий, оскільки знижує вміст T₃ і T₄ у крові інгібує статеве дозрівання і розвиток ембріонів у птиці [6, 13, 18]. Життєдіяльність організму у значній мірі також залежить від надходження Se і S. На важливу роль Se, крім J у функціонуванні щитоподібної залози, вказує вищий його рівень у тканинах цього органу порівняно з іншими [17]. Метаболізуючись в організмі та ЩЗ Se бере участь в перетворенні T₄ в T₃, регуляції антиоксидантних, імунозахисних реакцій і підтримці його гомеостазу. За низького надходження Se до ЩЗ підвищується апоптична відповідь залози на дію H₂O₂. Фізіологічні рівні Se захищають тиреоцити від токсичної дії перекисів й активують детоксикаційні процеси [16, 26, 27].

Щитоподібна залоза задіяна також у регуляції обміну S. Сполуки S беруть участь в окисно-відновних та імунно-захисних процесах, тканинному диханні, виробленні енергії, передачі генетичної інформації, сприяють підвищенню тривалості життя [25]. Доведе-

но, що S захищає клітини, тканини і весь організм від токсичного впливу шкідливих, у т.ч. лікарських речовин, утворюючи ендогенну H_2SO_4 . Однак надлишок S в раціоні може інгібувати біосинтез тиреоїдних гормонів [6, 28]. На відміну від жуйних, моногастричні тварини і птиця можуть синтезувати сірковмісні сполуки, крім тіаміну й біотину, з сірки метіоніну кормів. Організм птиці чутливий до нестачі S в раціоні та рівня сірковмісних амінокислот, оскільки вони впливають на процеси росту й розвитку, формування пір'я, захисних реакцій та продуктивності [6, 28]. Однак, збільшення в раціоні курчат-бройлерів рівня S на 20 % за рахунок сірковмісних амінокислот зменшувало дерматити та набряки суглобів на тлі покращення пір'яного покриву (*Toghyani M. et. al., 2016*).

У роботі інших авторів відзначено, що додавання S-вмісної амінокислоти метіоніну до раціону курчат-бройлерів, за умов теплового стресу, підвищувало показники АсАТ і креатиніну крові та пом'якшувало негативний вплив стресу на організм [20]. Доведено, що в останній період відгодівлі курчат-бройлерів (42-56 діб) оптимальне співвідношення сірковмісних амінокислот метіоніну і цистеїну рекомендується як 50 до 50 %, що покращувало коефіцієнт засвоєння поживних речовин і метаболізм амінокислот [28].

Метою цього етапу досліджень ставили з'ясування поєднаної біологічної дії нанотехнологічних цитратів J, Se, S у курчат-бройлерів за умов їх застосування з 24 доби другого (гровер) і до 48 доби третього (фініш) періодів вирощування. У завдання досліджень входило:

- вивчення динаміки показників маси тіла курчат-бройлерів;
- з'ясування впливу нанотехнологічних цитратів J, Se, S на збереженість поголів'я курчат за умов промислового вирощування;
- визначення фізіологічних і біохімічних показників крові курчат-бройлерів на завершальному періоді вирощування;
- встановлення онтогенетичних відмінностей за масою тіла і внутрішніх органів у курчат контрольної та дослідної груп.

Матеріали і методи досліджень. Всі маніпуляції з тваринами проводились відповідно до «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в

наукових цілях» (Страсбург, 1986) та «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», прийнятих Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001). Дослідження виконані в рамках проведення виробничої перевірки у ТОВ «ВІВІВАЛ» Львівської обл. на курчатах-бройлерах кросу ROSS-308, сформованих із півників та курочок у віці одного дня у контрольну — 19530 гол (I) та дослідну — 21330 гол (II) групи. Курчат утримували у виробничих приміщеннях за умов промислової технології на глибокій підстилці (ДСТУ 8219:2015). Згідно з технологічною картою освітленість приміщень становила 18–23 год/добу. Для освітлення використовували штучні джерела і примусову вентиляцію з регулюванням руху його повітря залежно від віку та маси тіла птиці за періодами росту. Температурний режим становив 33–31°C на 1–7 дні і знижувався в наступні періоди за схемою: 8–14 днів — 31–29°C; 15–21 день — 29–27°C; 22–28 днів — 27–25°C; 29–35 днів — 25–22°C; 36–42 дні — 22–19°C; 43–48 дні — 19°C. Підтримка заданої температури забезпечувалась централізованим опаленням та використанням електричних ламп для місцевого обігріву курчат за t 33–27°C протягом перших 3 тижнів.

Годування курчат обох груп проводили із застосуванням стандартних збалансованих кормів — стартера, гровера та фінішу з використанням групових годівниць, розміщених на відповідній висоті від підлоги залежно від віку птиці. Курчата дослідної групи отримували з 24 до 48 доби вирощування водний розчин нанотехнологічних цитратів J, Se, S, що виготовлені НВО «Наноматеріали і нанотехнології», м. Київ [12] з розрахунку 5 мкг J/л води. Співвідношення J, Se, S становило 3:1:5, що було експериментально визначено у попередніх дослідженнях. У дослідний період проводився щоденний контроль за збереженістю та захворюваністю птиці обох груп, обліком їх загибелі, інтенсивністю росту з вибірковою зважуванням через 5–7 діб 100 курчат. На 48 добу вирощування було взято по 5 курчат-аналогів з кожної групи для лабораторного контролю стану і розвитку маси внутрішніх органів, визначення маси тіла і добових приростів, проведення фізіологічних і біохімічних дос-

ліджень крові. У цей же період проведено підрахунок загального приросту маси тіла курчат дослідної і контрольної груп у виробничій перевірці, середню масу одного курчати, процент їх загибелі.

У птиці контрольної та дослідної груп у період забою були взяті внутрішні органи — печінка, серце, селезінка, тимус, щитоподібна залоза, нирки, шлунок. Їх масу (г) визначали на електронній вазі ТВЕ-0,21 та обчислювали масові коефіцієнти цих органів (г/кг) — відношення маси органу в (г) до маси тіла (кг). Сироватку крові отримували центрифугуванням [3]. Визначення вмісту альбуміну, креатиніну, триацилгліцеролу (ТАГ), сечовини, холестеролу, Са та Р, активності аланін-амінотрансферази (АЛАТ) і аспартат-амінотрансферази (АсАТ) проводили за допомогою біохімічного аналізатора Humalizer 2000 (Німеччина).

Отримані цифрові дані опрацьовані за допомогою комп'ютерної програми STATISTICA з використанням методу варіаційної статистики і коефіцієнта вірогідності p , а також програми Excel з пакету послуг Microsoft Office-2007 та 2010. Числові дані були представлені як середнє арифметичне (M) і стандартна похибка ($\pm m$). Відмінності між групами вважалися статистично значущими при $p < 0,05$.

Результати досліджень.

Аналіз біохімічних показників вказує на вірогідно виражені зміни у крові курчат-бройлерів дослідної групи для окремих метаболітів білкового та мінерального обміну (табл. 1). Зокрема, у крові курчат-бройлерів дослідної групи встановлено нижчий вміст креатиніну ($P < 0,05$), неорганічного фосфору

Таблиця 1. Біохімічні показники крові курчат-бройлерів на 48 добу ($M \pm m$, $n=5$)

Показник	Групи	
	Контроль	Дослід
Креатинін, мкмоль/л	47,4 \pm 2,23	37,5 \pm 1,10**
Сечовина, ммоль/л	1,0 \pm 0,06	1,1 \pm 0,07
Кальцій, ммоль/л	2,74 \pm 0,07	3,12 \pm 0,07**
Фосфор неорг., ммоль/л	2,26 \pm 0,09	1,74 \pm 0,04***
Триацилгліцероли, ммоль/л	0,81 \pm 0,05	0,61 \pm 0,08
Холестерол, ммоль/л	2,7 \pm 0,12	2,8 \pm 0,27
Альбумін, Г/Л	13,4 \pm 0,96	13,3 \pm 0,73
АЛАТ, нкат/л	31,9 \pm 0,90	25,3 \pm 2,03*
АсАТ, нкат/л	229,7 \pm 9,98	293,8 \pm 7,8***

($P < 0,001$) та активності аланін-амінотрансферази ($P < 0,05$). Разом з тим, у крові птиці дослідної групи відзначено вищу концентрацію Кальцію ($P < 0,01$) активність аспартат-амінотрансферази ($P < 0,001$). Встановлені відмінності біохімічних показників крові курчат-бройлерів контрольної та дослідної груп можуть свідчити про коригуючий вплив нанотехнологічного цитрату J, Se, S на метаболічні процеси в організмі.

Біологічна активність суміші цитратів J, Se, S зумовлювала посилення фільтраційної здатності ниркових клубочків, що зменшувало рівень креатиніну в крові в межах фізіологічних параметрів. Однак, комплексний вплив нанотехнологічних цитратів J, Se, S на мінеральний обмін в організмі курчат, очевидно, посилював використання Са з тра-

вного каналу, що підвищувало його вміст у крові. Оскільки відомо, що сполуки сірки можуть посилювати всмоктування Са і Р з кормів раціону [3, 25, 29]. Нижчий рівень Р в крові курчат дослідної групи може вказувати на посилення його використання в метаболічних процесах за комплексної дії цитратів J, Se, S.

Онтогенетичні показники організму курчат-бройлерів вказують на невірогідні відмінності маси тіла за періодами вирощування (рис. 1). Зокрема, на 24 добу вирощування курчат-бройлерів середня маса тіла становила в контрольній і дослідній групах 1050 г. На 31 добу досліджень різниця показників маси тіла курчат між контрольною (1640 г) та дослідною (1679 г) групами становила 2,4 % з незначною тенденцією до

збільшення в 2-гій групі. У наступні періоди вирощування маса тіла курчат-бройлерів дослідної групи перевищувала цей показник у контрольній групі на 4-4,5 %. У період технологічного забою на 48 добу середня маса тіла одного курчати контрольної групи ста-

новила 2900 г, а дослідної – 3050 г (105,2 %). Середньодобовий приріст курчат контрольної групи становив 59,6 г, дослідної – 62,7 г.

Визначення маси внутрішніх органів птиці на 48 добу вирощування вказують на

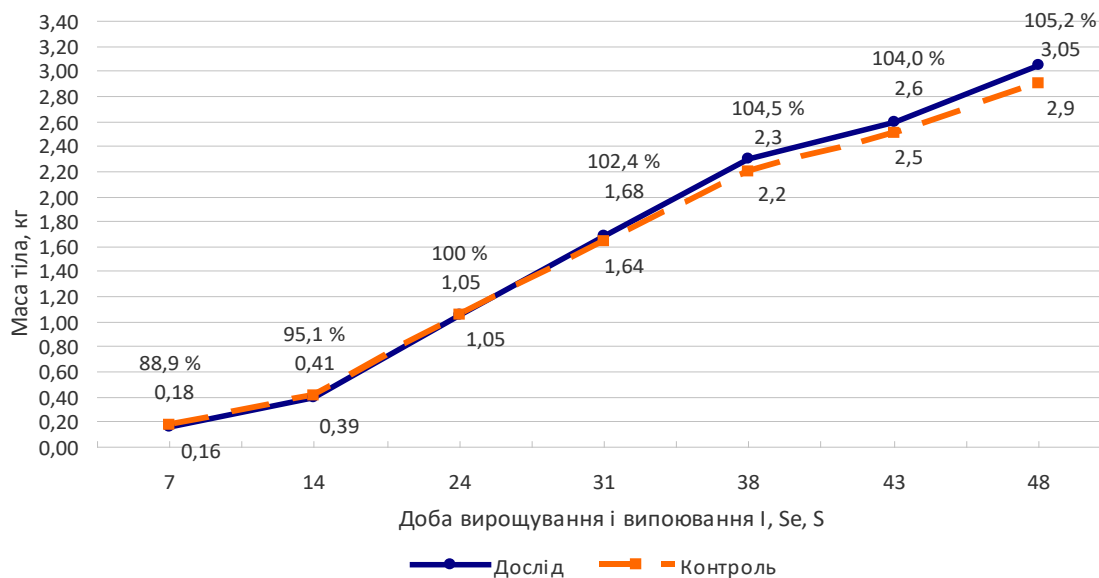


Рис. 1. Вікова динаміка змін маси тіла курчат-бройлерів у виробничій перевірці.

вищі показники маси шлунку ($P < 0,05$), печінки ($P < 0,05$) та невірогідні — нирок (1,5 %), тимусу (2,6 %), селезінки (33,3 %) і щитоподібної залози (28,2 %) (табл. 2). Очевидно, випоювання нанотехнологічних цитратів J, Se, S курчатам-бройлерам впродовж 24 днів вирощування стимулювало споживання корму, його перетравність та засвоюваність поживних речовин з активацією функцій орга-

нів травлення, що покращувало їх ріст і розвиток. Морфометричні відмінності онтогенетичних показників розвитку внутрішніх органів курчат-бройлерів підтверджують стимулюючий вплив застосованої суміші нанотехнологічних цитратів J, Se, S на ріст і розвиток окремих органів без вірогідних відмінностей коефіцієнтів їх мас (рис. 2.).

Таблиця 2. Маса внутрішніх органів курчат-бройлерів на 48 добу, г ($M \pm m$, $n=5$)

Група	Печінка	Шлунок	Нирки	Серце	Тимус	Селезінка	Щитоподібна залоза
К	58,96±4,34	33,68±1,85	16,52±1,56	12,52±1,65	11,53±1,00	3,18±0,48	0,287±0,06
Д	69,21±4,67*	39,39±3,26*	16,77±3,74	12,03±1,38	11,83±0,70	4,24±1,06	0,368±0,08
% до контролю, (±)	+14,4	+16,9	+1,5	-3,9	+2,6	+33,3	+28,2

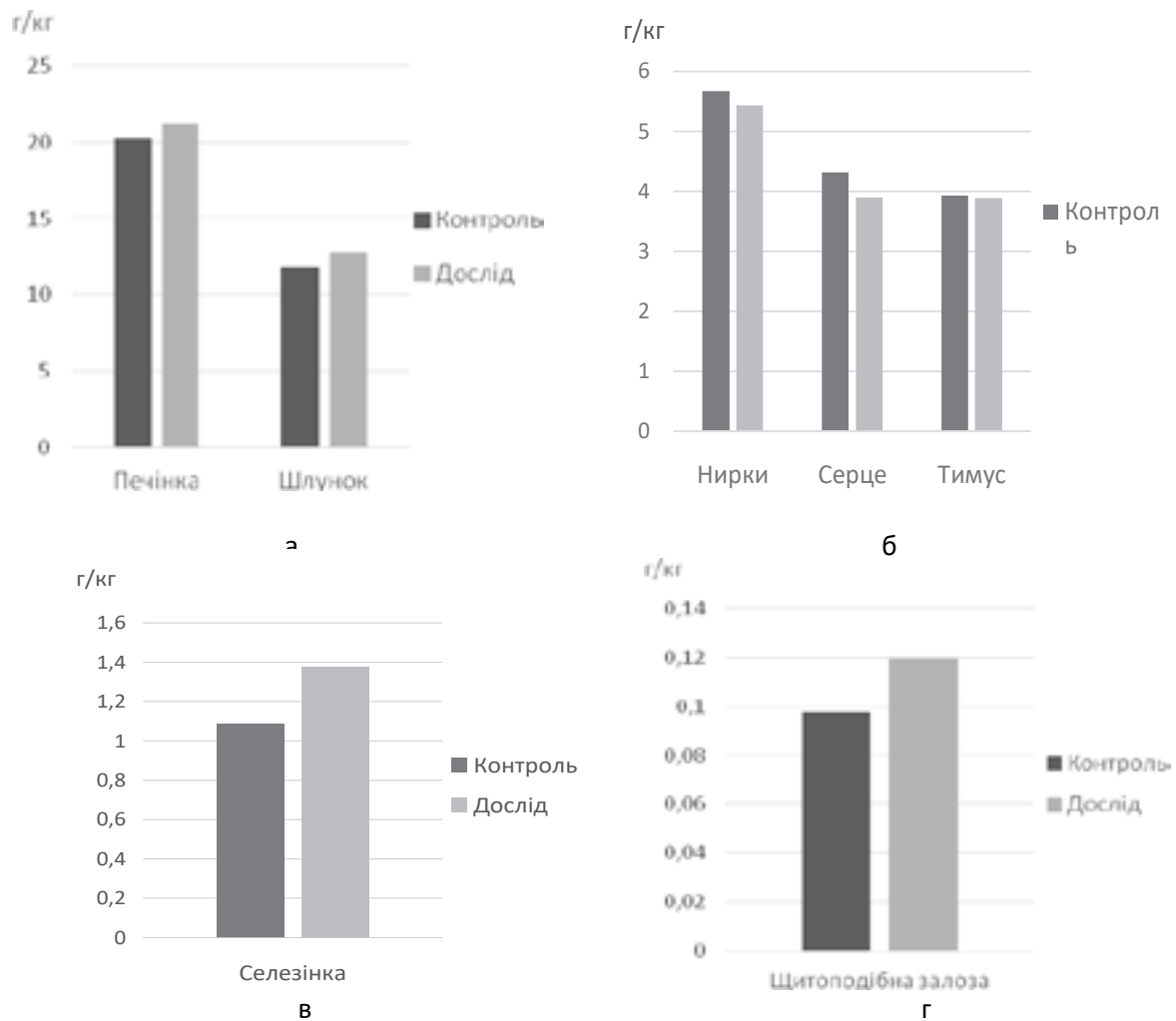


Рис. 2 (а, б, в, г). Коефіцієнти мас внутрішніх органів курчат-бройлерів на 48 добу.

Однак, вплив високої фізіологічної активності нанотехнологічних цитратів J, Se, S сприяв тенденції до підвищення коефіцієнтів маси печінки, шлунку (рис. 2а), селезінки (рис. 2в) і щитоподібної залози (рис. 2г) у курчат-бройлерів дослідної групи.

Комплексна дія J, Se, S в організмі курчат-бройлерів сприяла кращому їхньому збереженню, оскільки загибель в дослідній групі за весь період вирощування впродовж проведення виробничої перевірки становила 2,36 %, а контрольній – 2,99 %. Зменшення загибелі курчат на 0,63 % від загальної кількості 21330 голів забезпечило додаткове одержання понад 300 кг м'яса птиці.

Висновки.

1. Біологічна дія нанотехнологічних цитратів J, Se, S у курчат-бройлерів зумовлювала коригування активності білкового, мінерального та ліпідного обміну зі зниженням рівня в їхній крові креатиніну ($P < 0,01$), АлАТ ($P < 0,05$), фосфору неорганічного

($P < 0,001$) і триацилгліцеролів на тлі вищих показників Са ($P < 0,01$) і АсАТ ($P < 0,001$).

2. Застосування з питною водою нанотехнологічних цитратів J, Se, S упродовж 24-48 днів вирощування курчат-бройлерів зумовлювало зменшення їх загибелі на 0,62 % за дослідний період, підвищення інтенсивності росту на 5,2 % та розвитку внутрішніх органів, що більше виражено на 35-48 доби відгодівлі.

3. Ріст і розвиток внутрішніх органів курчат-бройлерів, за умов випоювання з водою нанотехнологічних цитратів J, Se, S впродовж 24-48 днів вирощування, характеризувався підвищенням маси печінки на 14,4 %, шлунку – 16,9 % ($P < 0,05$), селезінки – 33,3 %, щитоподібної залози – 28,2 %, а також коефіцієнтів мас цих органів відповідно на 4,8; 8,0; 26,6 і 22,4 %, що корелює з динамікою зростання маси тіла курчат дослідної групи.

Використана література

1. Антоняк Г.Л., Влізло В.В. Біохімічна та геохімічна роль йоду. Львів: ЛНУ імені Івана Франка. Біологічні Студії. 2013. 392 с.
2. Борисевич В.Б., Каплуненко В.Г., Косінов М.В. та ін. Наноматеріали в біології. Основи нановетеринарії. Київ: Авіцена. 2010. 416 с.
3. Влізло В.В., Федорук Р.С., Ратич І.Б. та ін. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. Львів: СПОЛЮМ. 2012. 764 с.
4. Влізло В.В., Федорук Р.С., Іскра Р.Я. Біологічна дія функціональних наноматеріалів у різних видів тварин. *Вісник аграрної науки*. 2018. Вип 11. С. 80–86.
5. Гуліч М.П., Смченко Н.Л., Харченко О.О. та ін. Продукти нанотехнології: цитрати біоелементів (хімічна характеристика, біологічна дія, сфера застосування). Київ: Медінформ. 2018. 202 с.
6. Гунчак А.В., Ратич І.Б. Метаболічна і продуктивна дія йоду на організм птиці. Львів: Сполом. 2014. 155 с.
7. ДСТУ 8219:2015 Птиця свійська. Технологічний процес вирощування курчат бройлерів. Загальні вимоги.
8. Закон України «Про захист тварин від жорстокого поводження». Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2006. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/3447-15>.
9. Ібатуллин І.І., Жукорський О.М. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин. Київ: Аграрна наука. 2016. 336 с.
10. Кліщенко Г.Т., Кулик М.Ф., Косенко М.В., Лісовенко В.Т. Мінеральне живлення тварин. Київ: Світ. 2001. 575 с.
11. Косінов М.В., Каплуненко В.Г. Патент на корисну модель № 38391 UA. МПК (2009). Спосіб отримання карбоксилатів металів «Нанотехнологія отримання карбоксилатів металів». № u2008 10939. Заявл. 08.09.2008; Опубл. 12.01.2009. Бюл. № 1.
12. Косінов М.В., Каплуненко В.Г. Патент на корисну модель № 119570 UA. МПК (2017.01). Надчиста водна композиція йоду з карбоною кислотою. № u 2017 04140. Заявл. 26.04.2017. Опубл. 25.09.2017. Бюл. № 18.
13. Максін В.І., Мельниченко В.М., Ярощук А.П. та ін. Застосування препарату «Йодіс-концентрат» при вирощуванні курчат-бройлерів. *Сучасне птахівництво*. 2014. № 10. С. 6-8.
14. Тесарівська У.І., Федорук Р.С., Каплуненко В.Г. та ін. Метаболічна і токсична дія різних доз «наночитратів» I, Se, S в організмі лабораторних щурів. II Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання виробництва і використання хімотерапевтичних засобів для тварин». *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Ветеринарна медицина. 2018. Вип. 1(42). С. 220–224.
15. Тесарівська У.І., Федорук Р.С., Ковальчук І.І. та ін. Вплив I, Se, S цитрату на гематологічний профіль і динаміку маси тіла курчат-бройлерів за наявності та відсутності кокцидіостатика в комбікормі. *НТБ ДНДКІ ветпрепаратів і кормових добавок та Ін-ту біології тварин*. 2019. № 20(2). С. 24–33.
16. Antonyak H, Iskra R, Panas N., Lysiuk R. Selenium. In: Malavolta M., Mocchegiani E. (eds) Trace Elements and Minerals in Health and Longevity. Healthy Ageing and Longevity. *Springer. Cham*. 2018a. № 8. doi:org/10.1007/978-3-030-03742-0_3
17. Antonyak H., Iskra R., Lysiuk R. Iodine. In: Malavolta M., Mocchegiani E. (eds) Trace Elements and Minerals in Health and Longevity. Healthy Ageing and Longevity. *Springer. Cham*. 2018. № 8. doi:org/10.1007/978-3-030-03742-0_10
18. Dolicska B., Opalicki S., Zielicki M. et al. Iodine Concentration in Fodder Influences the Dynamics of Iodine Levels in Hen's Egg Components. *Biol Trace Elem Res*. 2011. № 144. P. 747–752. doi 10.1007/s12011-011-9147-1
19. European Community, 2005. 1459/2005/EC. Commission Regulation (EC) No 1459/2005 of 8 Sept. 2005 amending the conditions for authorisation of a number of feed additives belonging to the group of trace elements. *Offic J Europ Union* L233. 2005; 8–10.
20. Fedoruk R.S., Tesarivska U.I., Kovalchuk I.I. et al. Thyroid – metabolic activity of iodine citrate nanocomposition in male rats. *Ukr. Biochem. Journal*. 2021. V. 93(3). P. 92-100. doi: 10.15407/ubj93.03.092
21. Fedoruk R.S., Tesarivska U.I., Kovalchuk I.I. et al. Biological effects of iodine, selenium, sulfur citrates in broiler chickens. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021a. V. 12(3). P. 113–120. doi:10.15421/022172
22. Gasparino E., Del Vesco A.P., Khatlab A.S. et al. Effects of methionine hydroxy analogue supplementation on the expression of antioxidant-related genes of acute heat stress-exposed broilers. *Animal*. 2018. V. 12. P. 931–939. doi:10.1017/s1751731117002439
23. Iskra R.Y., Vlizlo V.V., Fedoruk R.S. Biological efficiency of citrates of microelements in animal breeding. *Agricultural Science and Practice*. 2017. V. 4. P. 28–34. doi:10.15407/agrisp4.03.028
24. Nys Y., Schlegel P., Durosoy S., Jondreville C. Adapting trace mineral nutrition of birds for optimising the environment and poultry product quality. *World's Poultry Science Journal*. 2018. V. 74(2). P. 225–238. doi:10.1017/S0043933918000016
25. Oberlis D., Garland B., Skalny A. The biological role of macro- and micronutrients in humans and animals. SPb: The science. 2008. 542 p.
26. Surai P.F., Kochish I.I., Fisinin V.I., Velichko O. A. Selenium in Poultry Nutrition: from Sodium Selenite to Organic Selenium Sources. *Journal Poultry Science*. 2018. V. 55(2). P. 79–93. doi:10.2141/jpsa.0170132

27. Surai P.F., Kochish I.I. Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of selenium. *Poultry Science*. 2019. V. 98(10). P. 4231–4239. doi:10.3382/ps/pey406.
28. Suzuki R., Pacheco L., Dorigam J. et al. Stable isotopes to study sulfur amino acid utilization in

broilers. *Animal*. 2020. V. 14(S2). P. 286–293. doi:10.1017/s1751731120001214

29. Toghyani M., Heidari S., Emadina A. Effect of Stocking Density and Dietary Sulfur Amino Acids on Welfare Indices of Broiler Chicks. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*. 2016. V. 3(2). P. 124–127. doi: 10.18178/joaat.3.2.124-127

References

1. Antonyak, H. L., Vlizlo, V. V. (2013). Biokhimichna ta heokhimichna rol' yodu [Biochemical and geochemical role of iodine]. L'viv: LNU imeni Ivana Franka [in Ukrainian].

2. Borysevych, V. B., Kaplunenko, V. H., Kosinov, M. V. (2010). Nanomaterialy v biolohiyi. Osnovy nanoveterynariyi. [Nanomaterials in biology. Fundamentals of nanoveterinaria]. Kyiv: Avitsena [in Ukrainian].

3. Vlizlo V.V., Fedoruk R.S., Ratych I.B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen' u biolohiyi , tvarynnystv i ta veterynarniy medytsyni [Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine]. L'viv: SPOLOM. [in Ukrainian].

4. Vlizlo V.V., Fedoruk R.S., Iskra R.YA. (2018). Biolohichna diya funktsional'nykh nanomaterialiv u riznykh vydiv tvaryn [Biological effect of functional nanomaterials in different species of animals]. *Visnyk ahraranoi nauky*. 11, 80–86. [in Ukrainian].

5. Hulich, M. P., Yemchenko, N. L., Kharchenko, O. O. (2018). Produkty nanotekhnolohiyi: tsytraty bioelementiv (khimichna kharakterystyka, biolohichna diya, sfera za-stosuvannya [Products of nanotechnology: citrates of bioelements (chemical characteristics, biological effect, field of application)]. Kyiv: Medinform. [in Ukrainian].

6. Hunchak, A. V., Ratych, I. B. (2014). Metabolichna i produktyvna diya yodu na orhanizm ptytsi [Metabolic and productive effects of iodine on the bird's body]. L'viv: Spolom. [in Ukrainian].

7. Pitytsya sviys'ka. Tekhnolohichnyy protses vyroshchuvannya kurchat broyleriv. Zahal'ni vymohy (2015). DSTU 8219:2015 [in Ukrainian].

8. Law of Ukraine "On the Protection of Animals from Cruelty. *Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny (VVR)*. 2006. Rezhym dostupu: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/3447-15>. [in Ukrainian].

9. Ibatullin, I. I., Zhukors'kyi, O. M. (2016). Dovidnyk z povnotsinnoyi hodivli sil's'kohospodars'kykh tvaryn [Handbook of complete feeding of farm animals]. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].

10. Klitsenko, H. T., Kulyk, M. F., Kosenko, M. V., Lisovenko, V. T. (2001). Mineral'ne zhyvlennya tvaryn [Mineral nutrition of animals]. Kyiv: Svit. [in Ukrainian].

11. Kosinov, M. V., Kaplunenko, V. H. Patent na korysnu model' № 38391 UA. MPK (2009). Sposib otrymannya karboksylativ metaliv «Nanotekhnolohiya otrymannya karboksylativ metaliv». № u2008 10939.

Zayavl. 08.09.2008; Opubl. 12.01.2009. Byul. № 1. . [in Ukrainian].

12. Kosinov, M. V., Kaplunenko, V. H. (2017). Patent na korysnu model' № 119570 UA. MPK (2017.01). Nadchysta vodna kompozytsiya yodu z karbonovoyu kyslotoyu [Utility model patent No. 38391 UA. IPC (2009). The method of obtaining metal carboxylates "Nanotechnology of obtaining metal carboxylates"]. № u 2017 04140. Zayavl. 26.04.2017. Opubl. 25.09.2017. Byul. № 18. [in Ukrainian].

13. Maksin, V. I., Mel'nychenko, V. M., Yaroshchuk, A. P. (2014). Zastosuvannya preparatu «Yodis-kontsentrat» pry vyroshchuvanni kurchat-broyleriv [The use of the drug "Iodis-concentrate" in the breeding of broiler chickens]. *Suchasne ptakhivnytstvo*. 10, 6-8. [in Ukrainian].

14. Tesarivs'ka, U. I., Fedoruk, R. S., Kaplunenko, V. H. ta in. (2018). Metabolichna i toksychna diya riznykh doz «na-notsytrativ» I, Se, S v orhanizmi laboratornykh shchuriv [Metabolic and toxic effects of different doses of "nanocitrates" I, Se, S in the body of laboratory rats]. *Aktual'ni pytannya vyrobnytstva i vykorys-tannya khimioterapevtychnykh zasobiv dlya tvaryn*. II Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahraroho universytetu. Veterynarna medytsyna*. 1(42), 220–224. [in Ukrainian].

15. Tesarivs'ka U.I., Fedoruk R.S., Koval'chuk I.I. ta in. (2019). Vplyv I, Se, S tsytratu na hematolohichnyy profil' i dynamiku masy tila kurchat-broyleriv za nayavnosti ta vidsutnosti koktsydiostatyka v kombikormi [The effect of I, Se, S citrate on the hematological profile and body weight dynamics of broiler chickens in the presence and absence of coccidiostat in the combi-farm]. *NTB DNDKI vetpreparativ i kormovykh dobavok ta Intu biolohiyi tvaryn*. 20(2), 24–33.

15. Tesarivska U.I., Fedoruk R.S., Kovalchuk I.I. etc. The effect of I, Se, S citrate on the hematological profile and body weight dynamics of broiler chickens in the presence and absence of coccidiostat in the combi-farm. *NTB DNDKI of Veterinary Medicines and Feed Additives and Institute of Animal Biology*. 2019. No. 20(2). P. 24–33. . [in Ukrainian].

16. Antonyak H, Iskra R, Panas N, Lysiuk R. Selenium. In: Malavolta M., Mocchegiani E. (eds) Trace Elements and Minerals in Health and Longevity. Healthy Ageing and Longevity. *Springer. Cham*. 2018a. № 8. doi:org/10.1007/978-3-030-03742-0 3

17. Antonyak H., Iskra R., Lysiuk R. Iodine. In: Malavolta M., Mocchegiani E. (eds) Trace Elements and

Minerals in Health and Longevity. Healthy Ageing and Longevity. Springer. Cham. 2018. № 8. doi:org/10.1007/978-3-030-03742-0_10

18. Dolicska B., Opalicki S., Zielicki M. et al. Iodine Concentration in Fodder Influences the Dynamics of Iodine Levels in Hen's Egg Components. *Biol Trace Elem Res.* 2011. № 144. P. 747–752. doi 10.1007/s12011-011-9147-1

19. European Community, 2005. 1459/2005/EC. Commission Regulation (EC) No 1459/2005 of 8 Sept. 2005 amending the conditions for authorisation of a number of feed additives belonging to the group of trace elements. Offic J Europ Union L233. 2005; 8–10.

20. Fedoruk R.S., Tesarivska U.I., Kovalchuk I.I. et al. Thyroid – metabolic activity of iodine citrate nanocomposition in male rats. *Ukr. Biochem. Journal.* 2021. V. 93(3). P. 92-100. doi: 10.15407/ubj93.03.092

21. Fedoruk R.S., Tesarivska U.I., Kovalchuk I.I. et al. Biological effects of iodine, selenium, sulfur citrates in broiler chickens. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2021a. V. 12(3). P. 113–120. doi:10.15421/022172

22. Gasparino E., Del Vesco A.P., Khatlab A.S. et al. Effects of methionine hydroxy analogue supplementation on the expression of antioxidant-related genes of acute heat stress-exposed broilers. *Animal.* 2018. V. 12. P. 931–939. doi:10.1017/s1751731117002439

23. Iskra R. Y., Vlizlo V.V., Fedoruk R.S. Biological efficiency of citrates of microelements in

animal breeding. *Agricultural Science and Practice.* 2017. V. 4. P. 28–34. doi:10.15407/agrisp4.03.028

24. Nys Y., Schlegel P., Durosoy S., Jondreville C. Adapting trace mineral nutrition of birds for optimising the environment and poultry product quality. *World's Poultry Science Journal.* 2018. V. 74(2). P. 225–238. doi:10.1017/S0043933918000016

25. Oberlis D., Garland B., Skalny A. The biological role of macro- and micronutrients in humans and animals. SPb: The science. 2008. 542 p.

26. Surai P.F., Kochish I.I., Fisinin V.I., Velichko O. A. Selenium in Poultry Nutrition: from Sodium Selenite to Organic Selenium Sources. *Journal Poultry Science.* 2018. V. 55(2). P. 79–93. doi:10.2141/jpsa.0170132

27. Surai P.F., Kochish I.I. Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of selenium. *Poultry Science.* 2019. V. 98(10). P. 4231–4239. doi:10.3382/ps/pey406.

28. Suzuki R., Pacheco L., Dorigam J. et al. Stable isotopes to study sulfur amino acid utilization in broilers. *Animal.* 2020. V. 14(S2). P. 286–293. doi:10.1017/s1751731120001214

29. Toghyani M., Heidari S., Emadina A. Effect of Stocking Density and Dietary Sulfur Amino Acids on Welfare Indices of Broiler Chicks. *Journal of Advanced Agricultural Technologies.* 2016. V. 3(2). P. 124–127. doi: 10.18178/joaat.3.2.124-127

UDC 619:636.5:661.719:612.11

Fedoruk R.¹, Kovalchuk I.², Tsap M.¹, Pylypets A.¹, Tesarivska U.⁴, Shaian O.³, Koleschuk O.²
Biological influence of nanotechnological j, se, s citrates in broiler chickens in the second period of rearing

Animal Husbandry of the Steppe of Ukraine. 2022. 1. (2). 157-165

¹Institute of Animal Biology NAAS, 38 V. Stus str., Lviv, 79034, Ukraine

²Stepan Gzhytsky National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, 50 Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

³VIVIVAL, LTD, 5 Nalyvajka st., City Pustomyty, Pustomytivskyj dist., Lviv reg., 81100, Ukraine

⁴State Scientific and Advanced Control Institute of Veterinary Preparations and Feed Additives, vul. Donetska, 11, m. Lviv, 79019,

The research was carried out on two groups of broilers ROOS-308, divided into control (1) and experimental (2) groups, in the conditions of industrial cultivation and daily addition to water of nanotechnological citrates J, Se, S for 24-48 days of fattening. The research was aimed to identify the complex combined biological action of nanotechnological citrates J, Se, S in broiler chickens under conditions of their use for 2-3 growing periods. The 7-day changes dynamics in body weight, survival and death rate of chickens, the mass of internal organs and its correlation to chicken body mass at the day 48, the technological slaughter period, were defined as study periods. Blood and internal organs samples were taken to determine biochemical parameters and study its development by mass and mass coefficients at the slaughter period. The corrective effect of nanotechnological J, Se, S citrates on the protein indicators and mineral metabolism, growth and development of the liver, stomach, spleen and thyroid gland of chicken was identified. There was an increase in body weight gain of broiler chickens by 4-4,5 % during growth periods with the use of J, Se, S citrates and 5,2 % for day 48 of life while the mortality decreased by 0,62 % during the study period (Group 1 – 1,64 %; Group 2 – 1,02 %). The average daily gain during 48 days in the control Group 1 was 59,6 g with a body weight of 2859 g and the experimental Group 2 – 62,72 % with body weight of 3009 g respectively.

Key words: biological effects, nanotechnology citrate, iodine, selenium, sulfur, broiler chickens