

PACS numbers: 81.16.Pr, 82.70.Dd, 83.80.Lz, 87.18.Hf, 87.19.xb, 87.85.Rs

Порівняльна аналіза застосування з профілактичною метою антибіотика та колоїдного розчину наночастинок срібла курчатам-бройлерам

М. Д. Кучерук, Д. А. Засєкін, Р. О. Димко

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15,
03041 Київ, Україна*

У статті наведено результати порівняльної аналізи застосування антибіотиків і колоїдного розчину наночастинок срібла із профілактичною метою курчатам-бройлерам. Законодавчими актами України й ЄС стосовно органічного вирощування птиці встановлено низку обмежень, заборон, зокрема на застосування профілактичних антибіотиків. Однак ще й нині немає рекомендацій щодо застосування дозволених ветеринарних препаратів. Срібло здавна відоме своїми антимікробними властивостями, однак надлишок срібла в організмі може також призвести до захворювань, наприклад аргірією. Застосування ж срібла у формі наносполук зводить цей ризик до мінімуму. З метою поглиблення уявлення про механізм дії розчину наночастинок срібла визначали їхній вплив на гематологічні показники курчат-бройлерів, показники їхньої продуктивності, якості та безпечності одержаної продукції. Аналізували ці показники, порівнюючи з аналогічними показниками в контрольній групі та групі курчат, які отримували з профілактичною метою антибіотик «Левофлоркс». З результатів досліджень випливає, що застосування колоїдного розчину наночастинок срібла економічно вигідне та сприяє збільшенню живої маси курчат-бройлерів. Відповідно, підвищується рівень рентабельності виробництва м'яса курятини за використання наносполуки срібла. Застосування ж срібла у формі завісу наночастинок не приводить до його накопичення у тканинах і органах тваринного організму. Випоювання колоїдного розчину наночастинок срібла позитивно впливає на фізіологічний стан курей, сприяє збереженню птахопоголов'я, оптимізує санітарно-гігієнічні показники приміщень для утримання птахів. Економічна аналіза та показники продуктивності курчат-бройлерів свідчать, що застосування 1% колоїдного розчину наночастинок срібла курчатам-бройлерам вигідне, а затрати на його закупівлю та застосування компенсуються значними приростами живої маси курчат, зменшенням конверсії корму, підвищенням стійкості птиці до хвороб і збережності.

The article presents the results of a comparative analysis of the use of antibiotics and colloidal solution of silver nanoparticles for prophylactic purposes in broiler chickens. Legislation of Ukraine and the EU on organic poultry farming establishes a number of restrictions, prohibitions, in particular, the use of preventive antibiotics. However, there are still no recommendations for the use of permitted veterinary drugs. Silver has long been known for its antimicrobial properties; however, an excess of silver in the body can also lead to diseases such as argyria. In order to deepen the understanding of the mechanism of action of the solution of silver nanoparticles, their influence on the haematological parameters of broiler chickens, indicators of their productivity, quality and safety of the obtained products is determined. These indicators are analysed in comparison with similar indicators in the control group and the group of chickens receiving the antibiotic 'Levoflox' for prophylactic purposes. The results of the research show that the use of a colloidal solution of silver nanoparticles is cost-effective and increases the live weight of broiler chickens. Accordingly, the level of profitability of chicken-meat production at the poultry farm is increased with the use of the above-mentioned nutraceutical. The use of a solution of silver nanoparticles does not lead to its accumulation in tissues and organs of the animal body. Drinking a colloidal solution of silver nanoparticles has a positive effect on the physiological state of chickens, contributes to the preservation of poultry, and optimizes the sanitary and hygienic performance of premises for keeping birds. Economic analysis and productivity indicators of broiler chickens show that the use of 1% colloidal solution of silver nanoparticles is beneficial to broiler chickens, and the costs of its purchase and use are offset by significant increases in live weight of chickens, reduced feed conversion, and increased resistance to disease and safety.

Ключові слова: антибіотики, колоїдний розчин, наночастинки срібла, продуктивність, курчата-бройлери.

Key words: antibiotics, colloidal solution, silver nanoparticles, productivity, broiler chickens.

(Отримано 11 серпня 2021 р.)

1. ВСТУП

Якість м'яса птиці давно турбує громадськість України та світу. У країнах Євросоюзу діє заборона на профілактичні антибіотики у птахівництві з 2006 р. Адже під час надходження з кормом антибіотики тільки частково метаболізуються у печінці (30–60% від введеної дози), акумулюються в організмі тварин, виводяться з послідом до 20–50% у незміненому вигляді [1]. Разом з тим, залишкові кількості цих препаратів (нітрофуранів, сульфаніламідів, а також кокцидіостатиків) можуть накопичуватися в яйцях у кількостях, що перевищують максимально допустимий рівень.

Так, амоксицилін накопичується у жовтку та білку [2]. Введення куркам-несучкам гентаміцину у різних дозах підшкірно або внутрішньом'язово приводить до накопичення його в жовтку (до 90%), а хлортетрацикліну та сульфаніламідів — в білку [3, 4, 5].

Також залишки лікарських засобів накопичуються у м'язах і субпродуктах птиці. Термічне оброблення практично не впливає на концентрацію антимікробних препаратів у продукції.

Антибіотикостійкі мікроорганізми чинять серйозний негативний вплив на громадське здоров'я та рівень і тривалість життя населення [6]. Ця проблема не знає кордонів і не залежить від рівня економічного розвитку країни; це — складна, багатогранна, невідкладна глобальна проблема для громадського здоров'я, вирішити яку можливо, лише керуючись державною програмою суворого контролю застосування антибіотиків і комплексним міжгалузевим підходом «Одне здоров'я». Останній був підтриманий радою ЄС на основі глобальної ініціативи ВОЗ, МЕБ «Кодекс Аліментаріус».

Серед споживачів, які дбають про своє здоров'я, користується попитом саме органічна продукція, оскільки процес її виробництва суворо контролюється й обов'язково підтверджується сертифікатами відповідності. Щоправда, такі продукти, зазвичай, коштують дорожче, та й на ринку України — їх недостатня кількість і асортимент. Органічної курятини в роздрібній мережі немає взагалі [7]. Законодавчими актами України й ЄС стосовно органічного вирощування птиці встановлено низку обмежень, заборон, зокрема на застосування профілактичних антибіотиків. Однак ще й нині немає рекомендацій щодо застосування дозволених ветеринарних препаратів і достатньої кількості останніх.

Срібло ж здавна відоме своїми антимікробними властивостями, однак надлишок срібла в організмі може також призвести до захворювань, наприклад до аргірії. Застосування ж срібла у формі наносполук зводить цей ризик до мінімуму. Випоювання срібла птиці з водою у формі завису наночастинок не приводить до його накопичення у тканинах і органах тваринного організму [9].

З метою поглиблення уявлення про механізм дії розчину наночастинок срібла визначали їхній вплив на гематологічні показники курчат-бройлерів, показники їхньої продуктивності, якості та безпечності одержаної продукції. Аналізували ці показники, порівнюючи з аналогічними показниками в контрольній групі та групі курчат, що отримували з профілактичною метою антибіотик «Левофлоркс».

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА МЕТОДИКА

Метою дослідів було:

— з'ясування (поглиблене дослідження) впливу нового антибактеріального препарату — 1% колоїдного розчину наночастинок срібла на курчатах-бройлерах;

— дослідження ефективності дії розчину срібла на зоотехнічні показники організму курчат-бройлерів, як окремого препарату, так і в комбінації з пребіотиком «Біо-Мос»;

— порівняння одержаних показників по дослідних групах з показниками групи, що отримувала профілактичний антибіотик «Левовфлор» аналогічно до схем його застосування у інтенсивному птахівництві.

З цією метою за принципом аналогів з добових курчат-бройлерів кросу Кобб-500 було сформовано три групи — по 50 голів у кожній.

У першому відділенні кімнати віварію курчата слугували контролем і отримували стандартний повноцінний раціон (стартовий комбікорм (1–15 діб), комбікорм «Фініш-1» (15–28 діб) і комбікорм «Фініш-2» — для відгодівлі перед забоєм (28–42 діб)).

У другому відділенні кімнати утримувалися дослідні курчата, які з 1-ї по 5-ту і з 21-ї по 25-ту добу вирощування отримували антибіотик «Левовфлор» у дозі 0,5 мл на 1 л води.

У третьому відділенні кімнати віварію курчата отримували основний раціон, де воду їм на 7-му, 14-ту, 21-шу, 28-му і з 35-ї по 42-гу добу замінювали 1% колоїдним розчином наночастинок срібла вволю.

Птицю в усіх дослідах утримували на підлозі за незмінної підстилки протягом 42-х діб.

Проби крові відбирали на 42-гу добу досліду з підкрильної вени у пробірки з гепарином для загальної аналізи крові, виведення лейкограми та визначення ряду біохімічних показників.

Кожні 10 днів проводили контрольне визначення живої маси курчат на електронних вагах. Після забою відбирали проби м'яса з різних частин тушки курчат для дослідження його якості та контролю залишкових кількостей антибіотику загальноприйнятими методами.

Перед проведенням планового забою курчат-бройлерів вимірювали температуру їхнього тіла та визначали кількість дихальних рухів.

Гематологічні показники визначали для виявлення змін гомеостазу організму внаслідок дії різних препаратів. Зміна маси тіла дослідних тварин порівняно з контролем є дуже важливим показником, зрушення якого свідчить про зміни в організмі — бажані чи небажані. Метою випробування нового препарату срібла на курчатах-бройлерах було виявити ці можливі зміни. Визначали вплив препарату на збережність і продуктивність птиці. Порівнювали одержані результати з даними по групі курчат, яким за-

стосовували профілактичний антибіотик, і контрольній групі. Крім того, відзначали зв'язок показників продуктивності курчат із мікробіоценозом кишечника [8].

Патологоанатомічні дослідження є одним з етапів вивчення біологічної реакції організму тварин на дію ветеринарних лікарських засобів і уможливають у багатьох випадках скласти точне уявлення про характер і складність перебігу патологічного процесу за дії досліджуваних речовин.

Морфологічні методи дослідження за їхньої значної інформативності та наукової ваги є обов'язковими в подібних експериментах. Дані досліджень істотно доповнюватимуть загальну картину ступеня вираженості можливих патологічних порушень у різних органах і тканинах організму тварин в умовах досліду.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Клінічні та гематологічні показники організму курчат-бройлерів. Наведені в табл. 1 дані свідчать про задовільний клінічний стан дослідних курчат і відсутність негативного впливу досліджуваних препаратів на організм птиці, свідченням чого були фізіологічні значення кількості дихальних рухів і температури тіла.

Візуальні спостереження клінічного стану та поведінки курчат показали, що фізіологічно добре розвинені, здорові та вгодовані курчата обох дослідних групи (із гарним густим і чистим пір'ям, природнім апетитом). Деякі курчата з першої дослідної групи мали тьмяне, брудне оперення (ознака порушеного бактеріяльного гомеостазу мікробіоценозу кишечника), розлади травних процесів, діарею.

У курчат з контрольної групи пір'я також було забруднене послідом, часто рідким, темним, з неприємним запахом (ознака дисбактеріозу); деякі погано поїдали корм, були кволими.

Відомо, що система крові є найбільш чутливою й інформативною; вона одна із наймобільніших і найрухливіших систем, яка швидко реагує на вплив різних чинників і відображає зміни, що

ТАБЛИЦЯ 1. Клінічні показники курчат-бройлерів перед плановим забоем, $M \pm m$, $n = 30$.¹

Показник	Контроль	Дослідні групи	
		№1 Антибіотик	№2 Нанорозчин срібла
Температура тіла, °C	41,43 ± 0,15	41,39 ± 0,14	41,48 ± 0,15
Кількість дихальних рухів на хвилину	36,90 ± 0,12	36,00 ± 0,13	36,83 ± 0,13

проходять в організмі.

В результаті проведених гематологічних досліджень впродовж періоду вирощування вірогідної різниці між показниками крові курчат дослідних груп і контрольної не встановлено. Однак на 42-гу добу досліду в крові курчат другої дослідної групи спостерігали збільшення вмісту гемоглобіну на 11,6% порівняно з контролем, що за фізіологічної кількості еритроцитів є позитивним фактором. А в мазках крові від курчат з контрольної групи на 42-гу добу показано помірне зростання лейкоцитів за рахунок підвищення кількості гетерофілів та еозинофілів за одночасного пониження лімфоцитів і моноцитів (табл. 2).

Зменшення лімфоцитів і моноцитів свідчить про пониження захисних сил організму, зокрема бактеріяльного захисту, що спостерігали у контрольній групі. Також у мазках крові курчат цієї групи реєстрували зростання кількості еозинофілів і гетерофілів, що свідчить про розвиток алергічних реакцій і запальних процесів в організмі.

ТАБЛИЦЯ 2. Морфологічний склад крові курчат-бройлерів на 42-гу добу досліду, $M \pm m$, $n = 5$.²

Показник	Контроль	Дослідні групи	
		№1 Антибіотик	№2 Нанорозчин срібла
Еритроцити, Т/л	3,30 ± 0,27	3,08 ± 0,26	3,48 ± 0,19
Гемоглобін, г/л	82,80 ± 10,62	86,80 ± 9,27	96,80 ± 5,26
Лейкоцити, Г/л	32,80 ± 2,50	25,80 ± 1,92	27,80 ± 1,48
Гетерофіли, %	33,20 ± 1,90	26,60 ± 3,78	29,80 ± 3,56
Еозинофіли, %	8,60 ± 1,14	5,40 ± 1,14	4,40 ± 1,10
Лімфоцити, %	56,20 ± 3,60	63,20 ± 5,36	59,40 ± 4,83
Моноцити, %	2,40 ± 0,50	5,00 ± 0,99	3,60 ± 0,89

Примітка: $p \leq 0,05$ порівняно з контролем.

ТАБЛИЦЯ 3. Біохемічні показники крові курчат-бройлерів на 42 добу досліду, ммоль/л, $M \pm m$, $n = 5$.³

Показники	Контроль	Дослідні групи	
		№1 Антибіотик	№2 Нанорозчин срібла
Загальний білок, г/л	32,30 ± 0,05	32,85 ± 1,90	34,00 ± 0,01
Сечова кислота	2,30 ± 0,40	2,7 ± 0,07	2,80 ± 0,07
Глюкоза	12,40 ± 0,15	12,10 ± 0,14	11,00 ± 0,50

Примітка: $p \leq 0,05$ порівняно з контролем.

На нашу думку, виникнення помірною лейкоцитозу було зумовлено запальними процесами в травному каналі внаслідок розвитку хвороботворної бактеріальної флори, що підтверджувалося дисбіотичними змінами кольору та консистенції посліду.

Про перебіг білкового обміну робили висновки за такими показниками, як вміст загального білка та сечової кислоти у плазмі крові. Кількість білка у крові курчат з першої групи вірогідно зросла на 5,21% порівняно з контролем, що є свідченням поліпшення обміну речовин у організмі курчат. Вміст сечової кислоти був на 21% нижчим у плазмі крові курчат з контрольної групи.

Вуглеводневий обмін контролювали за вмістом глюкози у крові курчат. Значної різниці по цьому показнику між контрольною та дослідними групами виявлено не було (табл. 3). Його значення були в межах 11,00–12,10 ммоль/л, що відповідає фізіологічним значенням.

Показники продуктивності курчат-бройлерів. Підтверджувальні результати приростів живої маси курчат-бройлерів одержали в лабораторному досліді.

Кращі прирости (більше на 9,4%) одержали в групі курчат, які отримували профілактичний антибіотик «Левовлокс», — перша дослідна група. Прирости маси тіла курчат другої дослідної групи, де птиці випоювали 1% розчин наночастинок срібла, були вищими за прирости контрольних курчат на 8,2% (табл. 4). Отже, цим доведено стимулювальну ріст дію препарату срібла. Однак, слід відмітити, що порівняно з приростами маси тіла курчат, які отримували антибіотик, вони були невірогідними.

Прослідкувавши прирости маси тіла в динаміці, в ході досліді, можна сказати, що на 20-ту добу експерименту найліпші прирости живої маси мали курчата другої дослідної груп. Надалі різницю приростів констатували аналогічно до фінального результату.

Відсоткове співвідношення маси патраної тушки до живої маси (табл. 5) наглядно показує, що найвищий вихід м'яса констатували від тварин першої та другої дослідних груп. А найбільша різниця між масою тіла та забійним виходом була у курчат першої дослідної групи. Отже, перевага у масі тіла була за рахунок збільшеної маси внутрішніх органів, зокрема кишечника (табл. 8). А це, звичайно, є небажаним чинником у птахівництві.

Встановлено, що за вищої живої маси курчат першої дослідної групи (які отримували профілактичний антибіотик) вища маса тушки була у другій дослідній групі курчат (які отримували нанорозчин срібла). Одержані результати підтверджують дослідження зарубіжних вчених щодо одного із механізмів дії антибіотика. Разом з тим, найнижчу масу тіла перед забоєм встановлено нами у курчат контрольної групи; найнижчою в цій групі бу-

ТАБЛИЦЯ 4. Маса тіла курчат-бройлерів за періодами вирощування, $M \pm m$, г, $n = 30$.⁴

Доба дослідю	Контроль	Дослідні групи	
		№1 Антибіотик	№2 Нанорозчин срібла
10	173,90 ± 8,76	178,70 ± 7,91	173,13 ± 7,0
20	594,96 ± 18,54	624,1 ± 22,34	640,67 ± 15,21
30	1205,08 ± 24,19	1320,50 ± 55,01*	1298,29 ± 41,29*
42	2028,65 ± 61,69	2220,01 ± 33,16*	2195,85 ± 41,12*

Примітка: * — $p \leq 0,05$ порівняно з контролем.

ТАБЛИЦЯ 5. Співвідношення маси тіла та маси патраної тушки курчат-бройлерів, $M \pm m$, $n = 30$.⁵

Показник	Контроль	Дослідні групи	
		№1 Антибіотик	№2 Нанорозчин срібла
Маса тіла при забої, г	2028,65 ± 61,69	2220,01 ± 33,16*	2195,85 ± 41,12*
Маса тіла, %	100%	109,40%	108,25%
Забійний вихід, г	1377,34 ± 52,9	1589,41 ± 71,74*	1593,19 ± 53,76*
Забійний вихід, %	67,89	71,6	72,55
Конверсія корму, кг	2,22	2,04	2,01

Примітка: * — $p \leq 0,05$ порівняно з контролем.

ла і маса патраної тушки, а довжина та вага кишечника була, навпаки, найвищою (табл. 8). Це є свідченням того, що травні процеси у курчат цієї групи перебігали повільно й менш ефективно.

Зростання середньодобових приростів маси тіла птиці порівняно з контролем відмічали впродовж дослідю в усіх дослідних групах, однак у різній мірі.

В період з 10-ї по 20-ту добу вирощування курчат вірогідно вищі середньодобові прирости реєстрували у другій дослідній групі (курчата отримували нанорозчин срібла) — у 11% порівняно з контролем. У першій групі курчат за цей період досліджуваній показник зріс порівняно з контролем невірогідно.

В період з 20-ї по 30-ту добу вирощування курчат-бройлерів вищі середньодобові прирости констатували у першій дослідній групі — 14 % (табл. 7).

В період з 30-ї по 42-гу добу середньодобові прирости маси тіла в обох дослідних групах були вищими (на 9,2% — в першій і на

ТАБЛИЦЯ 6. Середньодобові прирости маси тіла курчат-бройлерів за періодами вирощування, $M \pm m$, г, $n = 30$.⁶

Період, доба	Контроль	Дослідні групи	
		№1 Антибіотик	№2 Нанорозчин срібла
1–10	12,84 ± 0,36	13,32 ± 0,20	12,77 ± 2,28
10–20	42,11 ± 0,99	44,55 ± 1,37	46,75 ± 1,62*
20–30	61,01 ± 2,34	69,63 ± 2,82*	65,76 ± 2,18
30–42	82,36 ± 3,31	89,95 ± 3,16*	89,76 ± 2,99*

Примітка: * — $p \leq 0,05$ порівняно з контролем.

ТАБЛИЦЯ 7. Абсолютні прирости маси тіла курчат-бройлерів за періодами вирощування, $M \pm m$, г, $n = 30$.⁷

Період, доби	Контроль	Дослідні групи	
		№1 Антибіотик	№2 Нанорозчин срібла
1–10	128,43 ± 2,90	133,23 ± 5,02*	127,66 ± 4,44
10–20	421,06 ± 12,67	445,49 ± 14,28	467,53 ± 14,70
20–30	610,12 ± 20,13	696,31 ± 19,81*	657,63 ± 19,24
30–42	823,57 ± 26,50	899,51 ± 27,34*	897,56 ± 24,90*

Примітка: * — $p \leq 0,05$ порівняно з контролем.

ТАБЛИЦЯ 8. Маса внутрішніх органів курчат-бройлерів, $M \pm m$, г, $n = 30$.⁸

Назва органу	Контроль	Дослідні групи	
		№1 Антибіотик	№2 Нанорозчин срібла
Печінка	39,57 ± 1,32	45,21 ± 1,14*	40,94 ± 2,54
Селезінка	3,49 ± 0,30	4,03 ± 0,20	3,56 ± 0,46
Серце	8,70 ± 0,29	8,41 ± 0,33	8,63 ± 0,29
М'язовий шлунок без кутикули	27,75 ± 1,25	27,01 ± 0,53	26,51 ± 1,89*
Маса кишечника	88,00 ± 3,59	91,18 ± 3,29	86,50 ± 1,66
Довжина кишечника, см	201,40 ± 1,34	199,87 ± 1,70	199,18 ± 5,25

Примітка: * — $p \leq 0,05$ порівняно з контролем.

8,9 % — в другій групі) порівняно з контролем.

Одержані результати середньодобових приростів узгоджуються з абсолютними приростами живої маси птиці, що за період з 30-ї по 42-гу добу вірогідно збільшились у курчат першої дослідної

групи на 9,2%, а у курчат другої дослідної групи — на 9,8 (табл. 7).

Результати патологоанатомічного розтину курчат. При післязабійному огляді внутрішніх органів встановлено, що зовнішні вигляди товстих кишечників курчат з різних груп відрізнялися. У курчат з контролю кишечник на 29-ту та 42-гу добу досліду був гіперемійований, інтенсивно-рожевого кольору з кровонаповненими судинами. Вміст кишечника був темного кольору (коричневим, іноді зеленкуватим), рідким, з неприємним запахом та, подекуди, з домішками слизу. Це є свідченням, на нашу думку, мікрозапалень кишечника внаслідок дисбактеріозу та хвороботворної дії патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів.

У курчат з першої дослідної групи, яким застосовували антибіотик, кишечник був значно збільшений, розтягнений; стінка кишечника потоншена, блідо-рожевого кольору; кишковий вміст був погано перетравлений, що свідчить про неповноцінне засвоєння поживних речовин і нераціональне використання кормів (висока конверсія корму) внаслідок недостатньої кількості симбіотичної мікрофлори в кишечнику.

Кишечник курчат другої з дослідних груп був кремового кольору, нерозтягненим і незапаленим; внутрішній вміст був добре перетравленим, напіврідким і мав фізіологічний вигляд. Отже, колоїдний розчин наночастинок срібла (друга дослідна група) позитивно впливає на роботу кишечника, який ліпше й ефективніше переробляє поживні речовини корму. А це, в свою чергу, позитивно впливає на мікроструктуру тканин кишечника. За таких умов кишечник не розтягується і не зашлаковується. Понижується конверсія корму (табл. 5).

Травний канал курчат другої дослідної групи має меншу довжину та, відповідно, масу, що наглядно демонструють проведені нами дослідження (табл. 9). Це має велике значення для виробництва через те, що маса тіла курчат збільшується не за рахунок внутрішніх органів, а за рахунок нарощення м'язових волокон.

Срібло, коригує еубіоз кишечника, інактивує та руйнує патогенні й умовно-патогенні мікроорганізми, не зачіпаючи нормомікрофлору. Також позитивним є те, що завдяки корисній мікробіоті поживні речовини кормів швидко й ефективно засвоюються організмом.

Важливим показником щодо вирішення питання про доцільність та ефективність використання випробовуваного препарату як альтернативи антибіотикам є не тільки маса тіла птиці, але й маса таких внутрішніх органів як печінка, селезінка та серце.

Проведеними дослідженнями встановлено, що різниця маси серця та селезінки у курчат-бройлерів дослідних груп була невірогідною. Однак важливо відмітити, що печінка від деяких ку-

ТАБЛИЦЯ 9. Хемічний склад м'язової тканини курчат-бройлерів, %, $M \pm m$, $n = 3$.⁹

Показники	Контроль	Дослідні групи	
		№1 Антибіотик	№2 Нанорозчин срібла
Волога	76,49 ± 0,21	74,16 ± 0,25	74,23 ± 0,22
Суха речовина	24,50 ± 0,21	24,81 ± 0,11	25,17 ± 0,22
Білок	20,27 ± 0,17	20,11 ± 0,06	20,35 ± 0,20
Загальні ліпіди	1,52 ± 0,05	3,16 ± 0,09	3,30 ± 0,10
Зола	1,15 ± 0,01	1,14 ± 0,01	1,15 ± 0,01
БЕР	1,55 ± 0,09	1,40 ± 0,04	1,40 ± 0,05
Са	0,06 ± 0,001	0,06 ± 0,001	0,05 ± 0,002
Р	0,22 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,22 ± 0,01

рчат з першої дослідної групи (де застосовували антибіотик) була збільшена, світлішого кольору та пухкої консистенції. Це, на нашу думку, свідчить про значне навантаження на неї з боку антибіотику та тенденцію до жирової дистрофії.

Печінка є органом, який відіграє надзвичайно важливу роль у травленні, обмінних процесах, гомеостазі, захисті організму від токсинів тощо. Займаючи центральне місце в регуляції обміну речовин, зв'язуючи порталне та загальне коло кровообігу, печінка знешкоджує токсичні продукти, які утворюються в організмі або потрапляють різними шляхами в організм і раніше від інших реагує на дію несприятливих чинників. Будь-яка хемічна речовина, потрапивши в організм, не може проминути цей орган, що виконує детоксикаційну функцію. Тому і деякі лікарські засоби можуть викликати ураження печінки. У курчат, що отримували 1% розчин срібла з концентрацією у 10 мг/л, печінка була фізіологічного розміру та кольору. Отже, цей препарат не викликає негативних змін у печінці. Результати досліджень інших внутрішніх органів наведено у табл. 8. Селезінка та серце курчат з усіх груп відповідали фізіологічним параметрам цих органів. У курчат 1-ї групи маса печінки була вищою на 14,23% порівняно з контролем. У другій дослідній групі статистично значущих змін маси печінки не реєстрували.

Разом з тим, маса м'язового шлунка без кутикули та маса кишечника, звільненого від умісту, вірогідно були меншими в групах курчат, що отримували препарат срібла; кишечник від них був також коротшим, аніж від курчат інших груп. Маса м'язового шлунка в другій дослідній групі була на 5,5% меншою за аналогічний показник у контролі. Маса кишечника у курчат з першої групи була вищою на 3,6%. Довжина кишечника зміню-

валася невірогідно. Візуальним оглядом кишечника курчат виявлено гіперемію та потовщення стінки у курчат з контрольної та першої дослідної груп.

Показники якості одержаної продукції. Субпродукти та зразки м'язової тканини з різних частин тіла, відібрані у курчат-бройлерів обох дослідних та контрольної груп, були об'єднані у загальні проби, окремо для кожної групи.

Всі проби м'язової тканини та субпродуктів було перевірено на наявність пестицидів і важких металів. За всіма показниками м'ясо та субпродукти від курчат 2-ї дослідної групи відповідали чинним нормам і були належної якості. Числові значення залишкових кількостей антибіотиків у м'ясі курчат перевищували гранично допустимі значення. Вміст антибіотику «Левофлокс» у м'ясі птиці першої дослідної групи був виявлений на рівні 0,02 мг/кг. Разом з тим до переліку обов'язкових перевірок щодо максимального допустимого рівня фармакологічно активних речовин в частинах тушок птиці «Левофлокс» не входить.

Органолептичні дослідження м'яса проводилися через 24 години після забою. В результаті цих досліджень встановлено: у всіх зразках поверхня тушок суха (вкрита кірочкою підсихання), блідо-рожевого кольору з жовтуватим відтінком; підшкірний і внутрішній жир блідо-жовтого кольору; серозна оболонка грудочеревної порожнини волога, блискуча; м'язи на розрізі злегка вологі, не залишають вологої плями на фільтрувальному папері, блідо-рожевого кольору, пружної консистенції (ямка при натискуванні виповнювалася швидко); запах специфічний, властивий свіжому м'ясу птиці.

Вміст сухої речовини та білка у м'язовій тканині птиці змінювався невірогідно. Істотні відмінності стосувалися вмісту жиру у м'ясі курчат. У контролі цей показник був значно меншим, аніж в усіх дослідних групах бройлерів. Це, можливо, пов'язане із недостатнім фізіологічним розвитком організму курчат (маса тіла та прирости в цій групі були також вірогідно меншими) та прогресуючим дисбактеріозом. Отже, застосування нанорозчину срібла сприяє поліпшенню хемічного складу курячого м'яса та вказує на ліпшу конверсію корму. Інші показники м'яса дослідних і контрольних груп курчат істотно не змінювалися (табл. 9).

Такі показники, як кислотне та перекисне число м'яса, кількість патогенних мікроорганізмів і сальмонел, КМАФАнМ відповідали чинним нормам і не перевищували максимального допустимі рівні (табл. 10).

Під час проведення проби варіння встановлено, що бульйон з тушок курчат 2-ї дослідної групи був прозорий, ароматний. Строннього запаху та смаку не виявлено (табл. 11).

Дегустаційною пробю було встановлено, що найліпші смакові

ТАБЛИЦЯ 10. Фізико-хімічні та радіологічні показники якості м'яса курчат-бройлерів, $M \pm m$, $n = 3$.¹⁰

Показник	Кислотне число, мг КОН	Перекисне число, %	Патогенні М.О., сальмонели	ЄМАФАНМ, Іg ЕУО/г	Cs, Бк/кг	Sr, Бк/кг
Контроль	$0,82 \pm 0,04$	$0,007 \pm 0,001$	не виділено	$2,95 \pm 0,01$	$2,04 \pm 0,05$	$0,71 \pm 0,02$
№1 Антибіотик	$0,84 \pm 0,02$	$0,007 \pm 0,001$	не виділено	$3,21 \pm 0,02$	$0,05 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,01$
№2 Нанорозчин срібла	$0,73 \pm 0,02$	$0,007 \pm 0,001$	не виділено	$3,14 \pm 0,02$	$1,16 \pm 0,03$	$0,09 \pm 0,01$
МДР	1	0,1	25	не більше 5	200	20

ТАБЛИЦЯ 11. Дегустаційна оцінка м'яса (грудні м'язи) курчат-бройлерів (проба варіння), бал, $M \pm m$, $n = 3$.¹¹

Показник	Контроль	Дослідні групи	
		№1 Антибіотик	№2 Нанорозчин срібла
Смак	$4,53 \pm 0,04$	$4,27 \pm 0,06^*$	$4,62 \pm 0,02$
Аромат	$4,77 \pm 0,05$	$4,47 \pm 0,05$	$4,68 \pm 0,02$
Соковитість	$4,15 \pm 0,04$	$4,57 \pm 0,01^*$	$4,65 \pm 0,03^*$
Ніжність	$4,58 \pm 0,03$	$4,70 \pm 0,03^*$	$4,72 \pm 0,05^*$
Загальна оцінка	$18,03 \pm 0,03$	$18,01 \pm 0,02$	$18,67 \pm 0,03^*$

Примітка: * — $p \leq 0,05$ порівняно з контролем.

якості має м'ясо, одержане від курчат другої дослідної групи, яким застосовували розчин срібла; воно отримало найбільшу кількість балів, а комплексне застосування розчину наночастинок срібла уможливило значно підвищити біологічну та харчову цінність курятини. М'ясо від курчат першої дослідної групи отримало вірогідно нижчу кількість балів за смак та аромат.

Економічна ефективність застосування досліджуваних препаратів. Збільшення ефективності виробництва м'яса бройлерів є одним із найактуальніших питань українських птахофабрик. Важливим чинником є оптимізація процесу виробництва, його економічна віддача, тобто оптимальне співвідношення затрат до прибутків. Тому, на сьогодні особливо актуальним є питання вдосконалення та широке впровадження новітніх технологій, що уможливають виробляти більше продукції з меншими затратами.

Основними чинниками, що впливають на собівартість продукції птахівництва є підвищення збереженості поголів'я, санітарно-гігієнічний стан птахогосподарства та високий рівень енергозбереження в ньому. Треба враховувати, що в структурі затрат на утримання птиці біля 75% витрат припадає на корми; отже, для пониження собівартості продукції птахівництва, у першу чергу, необхідно понижувати затрати на годівлю.

Зменшити їх можна за рахунок поліпшення засвоєння корму у травному каналі птахів. Цьому сприяє створення умов для оптимізації травлення застосуванням 1% колоїдного розчину наночастинок срібла.

Економічну ефективність застосування стимуляторів росту в годівлі курчат-бройлерів визначали, враховуючи продуктивність птиці, витрати на ветеринарні заходи, закуплений корм і кормові добавки, собівартість одержаної продукції та прибуток від її реалізації.

В контрольній групі птиці недоодержали в середньому по 50–100 г на голову.

Найвищий валовий приріст маси тіла курчат-бройлерів одержано в першій дослідній групі. Найменші прирости одержали від курчат контрольної групи.

Характеризуючи собівартість 1 кг приросту живої маси в наших дослідженнях, відмічено, що найнижчою вона була у групі курчат-бройлерів, які не одержували жодного із нутріцевтиків.

Найбільше кормів за період вирощування було витрачено у першій дослідній групі, і, як наслідок, в цій групі — найбільші затрати коштів на годівлю курчат. Однак у цій групі відмічено високі прирости маси тіла ($2220,01 \pm 33,16$) порівняно з контрольною, в якій було витрачено майже стільки ж кормів за значно нижчих приростів маси тіла ($2028,65 \pm 61,69$).

Найкращу оплату корму продукцією констатували в другій дослідній групі та найменші витрати коштів на корми були за достатньо високих приростів маси тіла.

Найнижчим прибуток був у контрольній групі курчат. Це ж стосується і прибутків на 1 кг приросту живої маси птахів.

Розрахунки економічної ефективності засвідчили, що загальні видатки на вирощування курчат-бройлерів кросу Кобб-500 в обох дослідних і контрольній групах відрізнялися неістотно. Разом з тим, якість м'яса була вищою у другій дослідній групі. Загальна сума виручки від реалізації курчат була найнижчою в контрольній групі.

4. ВИСНОВКИ

Із результатів досліджень випливає, що застосування колоїдного

розчину наночастинок срібла сприяє збільшенню живої маси курчат-бройлерів, і, відповідно, підвищується рівень рентабельності виробництва м'яса курятини на птахофабриці за використання вищеназваного препарату.

Застосування колоїдного розчину позитивно впливає на фізіологічний стан курей, сприяє збереженню птахопоголів'я, оптимізує санітарно-гігієнічні показники приміщень для утримання птиці. Таким чином, економічна аналіза та підрахунки продуктивності курчат-бройлерів свідчать, що застосування 1% колоїдного розчину наночастинок срібла економічно вигідне, а затрати на його закупівлю та застосування компенсуються значними приростами живої маси курчат, зменшенням конверсії корму, підвищенням стійкості птиці до хвороб і збережності. Як наслідок, відбувається значне здешевлення виробництва курятини.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ю. В. Доброжан, Р. В. Метеля, Л. В. Шевченко, *Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. «Контроль безпеки харчових продуктів. Україна–ЄС: невирішені питання»* (Київ: 2018), с. 114.
2. W. O. Khattab, H. B. Elderea, E. G. Salem, and N. F. Goma, *Journal of Egypt Public Health Association*, **85**, No. 5: 297 (2010).
3. A. Alaboudi, E. Basha, and I. Musalla, *Food Contaminants*, **33**: 281 (2013).
4. A. K. Alm-El-Dein and E. R. Elhearon, *New York Science Journal*, **3**, No. 11: 135 (2010).
5. H. Amjad, J. Iqbal, and M. Naeem, *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*, **42**, No. 4: 223 (2005).
6. М. Д. Кучерук, Д. А. Засекін, В. О. Ушкалов, Л. М. Виговська, *Біоресурси і природокористування України*, **10**, №5–6: 205 (2018); <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.026>
7. М. Д. Кучерук, *Біоресурси і природокористування України*, **10**, №3–4: 211 (2018); <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.03.027>
8. М. Д. Кучерук, Д. А. Засекін, Р. О. Димко, *Ukrainian Journal of Ecology*, **8**, №2: 287 (2018); DOI: [10.15421/2018_340](https://doi.org/10.15421/2018_340)
9. С. Шуляк, Д. Засекін, *Тваринництво України*, **3–4**: 48 (2014); http://nbuv.gov.ua/UJRN/TvUkr_2014_3-4_15

REFERENCES

1. Yu. V. Dobrozhan, R. V. Metelia, and L. V. Shevchenko, *Materialy Mizhnar. Nauk.-Prakt. Konf. 'Kontrol Bezpechnosti Kharchovykh Produktiv. Ukraina–ES: Nevyrisheni Pytannia'* (Kyiv: 2018), p. 114 (in Ukrainian).
2. W. O. Khattab, H. B. Elderea, E. G. Salem, and N. F. Goma, *Journal of Egypt Public Health Association*, **85**, No. 5: 297 (2010).
3. A. Alaboudi, E. Basha, and I. Musalla, *Food Contaminants*, **33**: 281 (2013).
4. A. K. Alm-El-Dein and E. R. Elhearon, *New York Science Journal*, **3**,

- No. 11: 135 (2010).
5. H. Amjad, J. Iqbal, and M. Naeem, *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*, **42**, No. 4: 223 (2005).
 6. M. D. Kucheruk, D. A. Zasiakin, V. O. Ushkalov, and L. M. Vyhovska, *Bioresursy i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, **10**, Nos. 5–6: 205 (2018) (in Ukrainian); <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.026>
 7. M. D. Kucheruk, *Bioresursy i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, **10**, Nos. 3–4: 211 (2018) (in Ukrainian); <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.03.027>
 8. M. D. Kucheruk, D. A. Zasiakin, and R. O. Dymko, *Ukrainian Journal of Ecology*, **8**, No. №2: 287 (2018) (in Ukrainian); DOI: [10.15421/2018_340](https://doi.org/10.15421/2018_340)
 9. S. Shulyak and D. Zasekin, *Tvarinnictvo Ukraïni*, **3–4**: 48 (2014); http://nbuv.gov.ua/UJRN/TvUkr_2014_3-4_15

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
15, Heroes of the Defence Str.,
UA-03041 Kyiv, Ukraine*

¹ **TABLE 1.** Clinical parameters of broiler chickens before slaughter, $M \pm m$, $n = 30$.

² **TABLE 2.** Morphological composition of the blood of broiler chickens on the 42nd day of the experiment, $M \pm m$, $n = 5$.

³ **TABLE 3.** Biochemical parameters of blood of broiler chickens on the 42nd day of the experiment, mmole/l, $M \pm m$, $n = 5$.

⁴ **TABLE 4.** Body weight of broiler chickens by rearing periods, $M \pm m$, g , $n = 30$.

⁵ **TABLE 5.** The ratio of body weight and weight of gutted carcass of broiler chickens, $M \pm m$, $n = 30$.

⁶ **TABLE 6.** Average daily body weight gain of broiler chickens by rearing periods, $M \pm m$, g , $n = 30$.

⁷ **TABLE 7.** Absolute weight gain of broiler chickens by rearing periods, $M \pm m$, g , $n = 30$.

⁸ **TABLE 8.** Mass of internal organs of broiler chickens, $M \pm m$, g , $n = 30$.

⁹ **TABLE 9.** Chemical composition of broiler chicken muscle tissue, %, $M \pm m$, $n = 3$.

¹⁰ **TABLE 10.** Physicochemical and radiological indicators of meat quality of broiler chickens, $M \pm m$, $n = 3$.

¹¹ **TABLE 11.** Tasting evaluation of meat (pectoral muscles) of broiler chickens (cooking test), score, $M \pm m$, $n = 3$.