

высококачественным сырьем, изготовить безопасные, качественные и конкурентоспособные как на внутреннем, так и на мировом рынке, молочные продукты, что делает роботизированное доение перспективным для дальнейшего распространения и использования в Украине.

**Ключевые слова:** молочная отрасль, молоко-сырье, качество молока, роботизированное доение, бактериальное обсеменение.

### **The comparative evaluation of milk quality in the robotic milking systems**

**V. Legkoduha**

The article provides analytical review of actual state and perspectives of Ukrainian dairy industry in conditions of WTO and European integration. The milk quality of robotic milking was evaluated according to the requirements of Ukrainian standards and those of European countries. A preliminary comparison has been made of the existing standard DSTU 3662-97 "Cow milk unskimmed purchasing requirements" and the future DSTU 3662:2015 "Cow milk-raw material technical conditions". The comparative quality evaluation has been done of milk production in the robotic milking systems and existing traditional milking systems – milking equipment "Parallel" and "Carousel".

The Ukraine's joining the WTO and signing the agreement about Association with the European Union foresee the new quality level of Ukrainian food products, which is the main precondition for entering the world market.

In Ukraine the milk quality is regulated by the state standard DSTU 3662-97 "Cow milk unskimmed purchasing requirements". The studies show that the requirements of the Ukrainian standard do not meet the requirements of the EU for milk quality and safety very considerably and they deviate from the EU indices by several times.

Having compared the DSTU 3662-97 and the EU decision № 853/2004, it is seen that Ukrainian milk of the standards "extra" and "first-class", considered as raw material of high quality, is qualified by the EU standards as "bearable" and of the lowest quality. The milk "extra" and "first-class" is of much lower quality according to the EU requirements, however it is still acceptable for the processing. As to the milk of category I and II, it is not acceptable for the European milk processing industries. That is why, in the framework of the Association of Ukraine and EU, a new standard has been developed to replace the old one DSTU 3662:2015 "Cow milk-raw material technical conditions". That new standard was to be joined into force on 01.01.2018 but due to a number of reasons it was postponed until 01.07.2018. According to the new standard, only 3 milk categories will remain. The milk of category II (with bacterial contamination of up to 3 million/cm<sup>3</sup>) will be excluded. According to the new standard, the requirements to the raw milk for the processing will be on the same level as European ones.

According to our investigation at the enterprise "Terezyne" in the village Vilna Tarasivka, the milking technology with robotic system provides milk of guaranteed quality during exploitation years, which corresponds with the existing DSTU 3662-97, future DSTU 3662:2015 and the EU requirements. Also comparing the traditional milking systems to the milk quality obtained by the robotic milking system is considerably higher. It preserves the initial properties of milk coming from the cow's udder. All that allows supplying the milk processing industries with raw material of high quality and produce milk products of good quality, safe and competitive on both domestic and world markets. This makes a good perspective for wider use of robotic milking in Ukraine.

**Key words:** dairy industry, raw milk, milk quality, robotic milking, bacterial contamination.

*Надійшла 12.04.2018 р.*

**УДК 636.521/.58.033:636.085.12**

**РЕДЬКА А.І.**, аспірантка

**БОМКО В.С.**, д-р с.-г. наук

**СЛОМЧИНСЬКИЙ М.М.**, канд. с.-г. наук

**ЧЕРНЯВСЬКИЙ О.О.**, канд. с.-г. наук<sup>©</sup>

*Білоцерківський національний аграрний університет*

### **ЖИВА МАСА І СЕРЕДНЬОДОБОВІ ПРИРОСТИ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ЗМІШАНОЛІГАНДНОГО КОМПЛЕКСУ ЦИНКУ**

Вивчено динаміку живої маси і середньодобових приростів курчат-бройлерів за згодовування сульфату і змішанолігандного комплексу Цинку в різних дозах. Показано основні переваги використання змішанолігандного комплексу над сульфатом та визначено перспективи його застосування у складі комбікормів.

Встановлено, що згодовування змішанолігандного комплексу Цинку дає змогу вірогідно підвищити середньодобові прирости і живу масу курчат-бройлерів у різні вікові періоди вирощування.

Використання змішанолігандного комплексу Цинку в дозах, що відповідають введенню на 1 т комбікорму 50 і 37,5 г елемента підвищує середньодобові прирости за весь період дослідів відповідно на 3 і 5,2 г або на 5,2 і 9,1 %. При цьому жива маса курчат 2 і 3-ої дослідних груп, які з комбікормом отримували змішанолігандний комплекс Цинку, збільшилася відповідно на 125 і 219 г або 5,2 і 9,1 %.

За результатами проведеного науково-господарського дослідів встановлено, що застосування змішанолігандного комплексу Цинку в дозі, що відповідає 37,5 г елемента на 1 т комбікорму сприяє кращому використанню поживних

<sup>©</sup> Редька А.І., Бомко В.С., Сломчинський М.М., Чернявський О.О., 2018.

речовин корму, що приводить до вірогідного підвищення середньодобових приростів курчат-бройлерів, починаючи з другої декади вирощування за зменшення витрат кормів.

Використання змішанолігандного комплексу Цинку в дозі, що відповідає 50 г елемента на 1 т комбікорму також сприяє кращому використанню поживних речовин корму, але до вірогідного підвищення середньодобових приростів курчат-бройлерів це приводить тільки починаючи з третьої декади вирощування.

За результатами контрольних зважувань встановлено, що жива маса курчат-бройлерів 2 і 3-ої дослідних груп почала вірогідно переважати живу масу курчат-бройлерів контрольної групи, починаючи з 14-добового віку і до закінчення відгодівлі ( $P < 0,05$ ).

Результати досліджень показали переваги введення до складу комбікормів Цинку у вигляді змішанолігандного комплексу над сульфатом, а більш ефективною є доза, що відповідає введенню на 1 т комбікорму 37,5 г елемента.

**Ключові слова:** змішанолігандний комплекс Цинку, сульфат Цинку, курчата-бройлери, жива маса, середньодобовий приріст, віковий період, контрольна група, дослідна група.

**Постановка проблеми.** Одним із шляхів вирішення проблеми забезпечення населення України якісними та екологічно чистими продуктами харчування, що мають тваринне походження, є створення міцної і стабільної кормової бази. При цьому надзвичайно важливого значення набувають наукові дослідження щодо підвищення якості кормів та ефективності використання поживних речовин раціону, особливо мікроелементів [3, 6, 7, 30].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Використання результатів досліджень наукових установ за останні десятиріччя дали змогу внести суттєві зміни в технологію виробництва м'яса птиці. Тенденції, що відмічаються за годівлі курчат-бройлерів, стосуються як розробки нових, ефективних рецептів комбікормів, так і вдосконалення систем нормування живлення і оцінки поживності кормів [1, 2, 5, 18].

Одним із головних факторів, що суттєво впливає на продуктивність курчат-бройлерів і якість їхнього м'яса, є збалансованість комбікормів за вмістом енергії та основних поживних речовин [14, 17].

Так, наприклад, незбалансоване надходження незамінних амінокислот до організму птиці викликає зниження приростів живої маси та фізіологічної активності ряду окислювальних і травних ферментів, призводить до ожиріння печінки, порушення синтезу нікотинової кислоти, втрати апетиту, настання стерильності [13, 24]. При складанні раціонів для птиці нестачу амінокислот у них балансують або шляхом введення високопротеїнових кормів рослинного, чи тваринного походження, або – синтетичних препаратів амінокислот.

Останнім часом стали більше уваги приділяти забезпеченості раціонів птиці мікроелементами, а одним із головних є Цинк.

За розповсюдженням в організмі тварин та участю в метаболічних процесах Цинк є одним із незамінних мікроелементів, який посідає друге місце після заліза. У клітинах організму тварин Цинк, у переважній більшості, перебуває у складі стійких біокомплексів, у яких він зв'язаний з ендogenousними органічними лігандами [9, 20, 23]. Це зумовлено високою здатністю даного мікроелемента утворювати хелатні сполуки, а головною особливістю є те, що за утворення біокомплексів Цинк є відносно безпечним для біомолекул.

Біологічна дія Цинку на організм тварин є різноманітною, але головна роль обумовлена тим, що Цинк є незамінним компонентом або активатором багатьох гормонів і ферментів, у тому числі простетичної групи, каталізує їх дію, бере участь у гемопоезі і забезпечує метаболізм клітин та їх функції [4, 10, 19, 22]. Він бере участь у багатьох біохімічних реакціях, особливо як активатор ферментів, та має антиоксидантні властивості [14, 17, 21, 28]. Біологічна дія Цинку проявляється у різних областях життєдіяльності організму: він бере участь у моделюванні проникності шкіри і формуванні неспецифічної резистентності організму, необхідний для процесу дозрівання імунних клітин і продукування цитокіну, є незамінним за процесів розмноження, а також призводить до загибелі низки патогенних мікроорганізмів [15, 23, 30]. Цинк також входить до складу транскрипційних факторів, що регулюють активність гемопоетичних клітин – GATA-білків. Нестача Цинку призводить до зниження рівня синтезу білка в організмі, порушує процес біосинтезу вітамінів С і В<sub>1</sub> [4, 23, 25, 27].

Переважна більшість цинковмісних білків у організмі одночасно є ферментами [3, 19]. Функція Цинку в ензиматичних реакціях полягає в утворенні активного субстрат-ферментного комплексу або, у випадку дегідрогеназ, в утворенні координаційних зв'язків між ферментом і коферментом (НАД) [7, 26]. У деяких випадках біологічна роль Цинку полягає у стабілізації структур, які необ-

хідні для здійснення біохімічних реакцій. Пов'язано це з тим, що Цинк є незамінним металокомпонентом ряду дегідрогеназ, характерною властивістю яких є двокомпонентність, і які для здійснення ензиматичного дегідрування потребують участі нікотинамідаденіндинуклеотиду (НАД).

Значна частка Цинку, за умов надходження його до клітин, акумулюється у складі молекул специфічних, багатих на цистеїн білків – металотіонеїнів, здатних зв'язуватися також з іншими металами [9, 26].

У практиці годівлі часто використовують різні сполуки Цинку: оксид, сульфат, хлорид, карбонат та інші [6, 10]. Цинк із сульфату та оксиду використовується більш ефективно, ніж із хлориду і карбонату. Проте неорганічні солі (хлорид, нітрат, сульфат, карбонат) всмоктуються в організмі гірше, ніж органічні. Відзначено, що солі Цинку володіють відносно низькою токсичною дією, особливо за перорального введення [24].

Таким чином, проведений літературний аналіз показав, що реалізація генетичного потенціалу тварин залежить від повноцінності годівлі, використання якісних кормів та біологічно активних речовин. На сьогоднішній день в Україні в преміксах використовуються неорганічні солі мікроелементів і, в більшості випадків, імпортного виробництва, без урахування їх фактичного вмісту в кормах. Низька біодоступність мікроелементу Цинку з корму та з традиційних джерел вимагає пошуку нових підходів вирішення проблем. Перспективним методом є розробка біотехнології виробництва хелатних форм мікроелементів та використання їх у годівлі високопродуктивних тварин, оскільки вони в організмі тварин перебувають у хелатній формі [3, 27].

**Метою** дослідження було вивчити вплив застосування сульфату і змішанолігандного комплексу Цинку у складі комбікормів для курчат-бройлерів на їх продуктивність.

**Матеріал і методика дослідження.** Науково-господарський дослід із вивчення ефективності використання змішанолігандного комплексу Цинку у складі комбікормів було проведено в умовах приміщення віварію Білоцерківського національного аграрного університету на курчатах-бройлерах кросу Кобб-500.

Перед проведенням досліджень було виготовлено 3 види комбікормів: один – із використанням сульфату Цинку в дозі, що відповідає введенню на 1 т комбікорму 50 г елемента (контроль), другий – з використанням змішанолігандного комплексу Цинку в дозі, що відповідає введенню на 1 т комбікорму 37,5 г елемента і третій – з використанням змішанолігандного комплексу Цинку в дозі, що відповідає введенню на 1 т комбікорму 50 г елемента.

Сульфат і змішанолігандний комплекс Цинку до готового комбікорму вводили шляхом багатоступеневого змішування. Такий спосіб введення препаратів Цинку дає змогу рівномірно розподілити добавки по всій масі комбікорму [8, 12, 16].

Для проведення дослідів було відібрано 150 голів курчат-бройлерів у добовому віці, з яких за принципом аналогів сформували 3 групи – контрольну і 2 дослідних, по 50 голів у кожній (25 півників і 25 курочок). При підборі аналогів урахували живу масу курчат [11, 12].

Дослідну птицю утримували у кліткових батареях за щільності посадки 12 голів на 1 м<sup>2</sup>. Фронт годівлі становив 2,5 см, напування проводилося із ніпельних поїлок. Показники мікроклімату приміщення були ідентичними для птиці всіх груп і відповідали встановленим гігієнічним нормативам (табл. 1).

Таблиця 1 – Температура і вологість повітря під час вирощування курчат-бройлерів

Вік курчат, діб	Температура, °С		Відносна вологість, %
	у приміщенні	під брудером	
1–7	28–26	35–30	65–70
8–14	24–22	29–26	65–70
15–30	20–19	–	65–70
31–42	18–17	–	60–70

Як видно з таблиці 1, показники мікроклімату приміщення відповідали вимогам інтенсивної технології вирощування курчат-бройлерів.

**Основні результати дослідження.** За результатами проведених досліджень встановлено, що згодовування змішанолігандного комплексу Цинку дає змогу вірогідно підвищити середньодобові прирости і живу масу курчат-бройлерів у різні вікові періоди вирощування.

Якщо жива маса курчат на початку досліду була майже однаковою, то у 7-добовому віці вона мала тенденцію до збільшення у курчат 2 і 3-ої груп, але вірогідної різниці за цим показником не встановлено (табл. 2).

Таблиця 2 – Жива маса курчат-бройлерів, г (n=150)

Вік, дів	Група курчат-бройлерів		
	1-а	2-а	3-я
1	40,3±0,47	40,4±0,45	40,4±0,40
7	117,7±1,03	118,4±1,32	119,3±1,37
14	333,3±3,24	342±2,22*	355,4±3,97**
21	791,2±5,61	817,1±45*	826,6±8,32**
28	1265,0±31,2	1341,7±20,65	1359,5±15,8*
35	1799,9±22,68	1872,5±22,61*	1933,5±31,75**
42	2435,4±48,24	2560,9±52,95	2654,3±63,24*

Потрібно відмітити, що за результатами зважувань упродовж всього досліду найвища жива маса спостерігалась у курчат-бройлерів 3-ої дослідної групи, які з комбікормом споживали змішанолігандний комплекс Цинку в дозі, що відповідала введенню 37,5 г елемента на 1 т комбікорму.

Курчата цієї групи за живою масою у віці 7, 14, 21, 28, 35 і 42 дів переважали бройлерів контрольної групи відповідно на 1,6, 22,1 (p<0,01), 35,4 (p<0,01), 94,5 (p<0,05), 133,6 (p<0,01) і 218,9 г (p<0,05), або на 1,3, 6,6, 4,5, 7,5, 7,4 і 9,0 %, у той час як курчата 2-ої дослідної групи у зазначені періоди вирощування за живою масою переважали курчат 1-ої групи, але відставали від ровесників 3-ої дослідної групи.

Так, у віці 7 дів жива маса курчат 2-ої групи була відповідно на 0,7 г, або на 0,6 % більшою, ніж у бройлерів контрольної групи.

У віці 14, 21, 28, 35 та 42 дів жива маса птиці 2-ої групи була відповідно на 8,7, 25,9, 76,7, 72,6 та 125,5 г, або на 2,6, 3,3, 6,1, 4,0 та 5,2 % більшою, ніж в аналогів контрольної групи (p<0,05).

Отже, жива маса курчат-бройлерів 3-ої групи, які залежно від періоду вирощування (5–21, 22–35 і 36–42 дів) споживали комбікорм із змішанолігандним комплексом Цинку в дозі, що відповідала введенню 37,5 г елемента на 1 т комбікорму, виявилася найвищою і у віці 42 доби становила 2654,3 г, що було на 9,0 % вище, ніж у курчат контрольної групи.

Відповідно до живої маси змінювалися і середньодобові прирости (табл. 3).

Таблиця 3 – Середньодобові прирости живої маси курчат-бройлерів, г (n=150)

Віковий період, дів	Група		
	1-а	2-а	3-я
1–7	9,2±0,97	9,3±0,88	10,1±0,20
8–14	30,8±0,43	31,8±0,22	33,7±0,61**
15–21	65,4±0,46	67,9±0,94*	68,3±0,80
22–28	67,7±3,88	74,9±2,12	76,1±1,58
29–35	76,4±2,53	78,8±2,58	82,0±3,74
36–42	90,8±5,33	98,3±5,38	103,0±5,36
За період досліду	57,0±1,15	60,0±1,25	62,2±1,5*

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

Упродовж першого тижня вирощування курчата-бройлери 3-ої дослідної групи за середньодобовим приростом перевищували аналогів контрольної групи на 9,8 %. Тоді як середньодобові прирости живої маси птиці 2-ої дослідної групи були тільки на 1,1 % більшими, ніж у птиці контрольної групи, хоча різниця у збільшенні приростів була не вірогідною.

При вирощуванні курчат від 8- до 14-добового віку найбільший середньодобовий приріст (33,7 г) спостерігався у птиці 3-ої групи, яка споживала комбікорм зі змішанолігандним комплексом Цинку в дозі, що відповідала введенню 37,5 г елемента на 1 т комбікорму (p<0,01). Птиця, яка в даний віковий період споживала комбікорм зі змішанолігандним комплексом Цинку в дозі, що відповідала введенню 50,0 г елемента на 1 т комбікорму (2-а група), мала середньодобовий приріст 31,8 г, а різниця між контролем була не достовірною.

У період вирощування молодняка від 15 до 21-добового віку найвищий середньодобовий приріст живої маси також був у птиці 3-ої групи (68,3 г), що на 6,0 % більше за приріст курчат контрольної групи, тоді як приріст курчат 2-ої групи був вищим тільки на 3,8 % за недостовірної різниці.

За середньодобовими приростами аналогічну картину виявлено і в періоди вирощування піддослідних курчат від 22 до 28 діб та від 29 до 35 діб. Так, курчата 3-ої дослідної групи, у зазначені вікові періоди вирощування, за середньодобовими приростами живої маси переважали птицю контрольної групи на 12,5 і 7,3 %, а 2-ої – на 3,1 і 8,3 %.

В останній період вирощування (36–42 доби) курчата-бройлери 3-ої дослідної групи за середньодобовим приростом живої маси переважали аналогів контрольної групи на 13,3 %, а 2-ої дослідної групи – на 8,3 %, хоча різниця також була не достовірною.

Якщо порівнювати середньодобові прирости за весь період досліду, то в курчат 3-ої групи вони були 62,2 г, а в курчат 2-ої групи – 60,0 г. За середньодобовими приростами курчата, що споживали комбікорм зі змішанолігандним комплексом Цинку переважали контроль відповідно на 9,1 ( $p < 0,05$ ) і 5,2 %.

Отже, найвищі середньодобові прирости у всі вікові періоди вирощування відмічено у птиці 3-ої групи, яка споживала комбікорми з використанням змішанолігандного комплексу Цинку в дозі, що відповідає введенню на 1 т комбікорму 37,5 г елемента.

**Висновки.** У результаті проведеного науково-господарського досліду встановлено, що використання змішанолігандного комплексу Цинку в дозах, що відповідають введенню на 1 т комбікорму 50 і 37,5 г елемента у порівнянні з введенням сульфату Цинку в дозі, що відповідає введенню на 1 т комбікорму 50 г елемента, підвищує середньодобові прирости за весь період досліду відповідно на 3,0 і 5,2 г, або на 5,2 і 9,1 % ( $P < 0,05$ ). При цьому передзабійна жива маса курчат-бройлерів 2 і 3-ої дослідних груп, які з комбікормом отримували змішанолігандний комплекс Цинку, збільшилася у порівнянні з контролем відповідно на 125 і 219 г або 5,2 і 9,1 % ( $P < 0,05$ ).

За комплексною оцінкою показників інтенсивності росту курчат-бройлерів і конверсії корму в їх організмі, оптимальною дозою змішанолігандного комплексу Цинку можна вважати таку, що відповідає введенню на 1 т комбікорму 37,5 г елемента.

Доза, що відповідає введенню на 1 т комбікорму 50 г елемента також є ефективною, але за введення такої кількості змішанолігандного комплексу Цинку не отримано максимальних результатів із продуктивності.

У цілому можна зробити висновок, що введення Цинку до комбікормів курчат-бройлерів у формі змішанолігандного комплексу є ефективнішим, ніж введення Цинку у формі сульфату.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Акбаев М., Малофеева Н. Резервы повышения продуктивности бройлеров. Птицеводство. 2003. № 7. С. 5–7.
2. Байдевятлов Ю. А. Реструктуризация та екологічна конверсія птахівництва України. Вісник аграрної науки. 2002. № 5. С. 46–48.
3. Кравців Р.Й., Масляк Р.П., Жеребецька О.І. Біологічна роль мікроелементів в організмі тварин. Науковий вісник ЛНАВМ імені Гжицького. 2004. Т. 7, № 2. Ч. 6. С. 63–70.
4. Вайзелін Г. Н., Левоско М. Ю. Откормочные и мясные качества цыплят-бройлеров при использовании инновационных технологий. Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2011. № 7. С. 32–42.
5. Джеймс Р., Ричардс Д. Д., Гизен Э. Е., Ширли Р.Б. Органические микроэлементы: неотъемлемый компонент современного кормления. Эффективное птахівництво. 2011. № 3(75). С. 28–31.
6. Єщенко Ю. В. Вміст цинку в клітинах при різних функціональних станах інсулярного апарату підшлункової залози: автореф. дис. на здобуття наук. ступеню канд. біол. наук: спец. 03.00.13. К., 2004. 20 с.
7. Карзакова Л. М. Особенности иммунопатологии бронхолегочных заболеваний в условиях геохимически обусловленного дефицита цинка. Микроэлементы в медицине. 2007. Т. 8, № 3. С. 1–12.
8. Кальницкий Б.Д. Оксиды цинка и марганца в кормлении животных. Комбикорма. 2000. № 1. 53 с.
9. Кліщенко Г. Т. Мінеральне живлення тварин. К.: Світ, 2001. 575 с.
10. Меркурьєва Е.К. Генетика с основами биометрии. М.: Колос, 1983. 424 с.
11. Ібатуліна І.І., Журовського О.М. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник. К.: Аграр. наука. 2017. 328 с.
12. Поліщук А.А., Булавкіна Т.П. Сучасні кормові добавки в годівлі тварин та птиці. Ефективні корми та годівля. 2010. № 7. С. 24–28.
13. Каравашенко В.Ф. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці. Борки. 1998. 112 с.
14. Рябов А. Д., Варфоломійєв С. В. Біохімія металоорганічних сполук. 1990. Т. 55, № 7. С. 1155–1160.
15. Таланов А.А., Хмелевский Б.Н. Санитария кормо. М.: Агропромиздат, 1991. 164 с.
16. Хохрин С.Н. Кормление сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 2004. 687 с.

17. Andrews G. K. Regulation of metallothionein gene expression by oxidative stress and metal ions. 2000. Vol. 1, No 59(1). P. 95–104.
18. Banci L., Bertini I., Del Conte R., Viezzoli M.S. Structural and functional studies of monomeric mutant of Cu-Zn superoxide dismutase without Arg 143. *Diospectroscopy*. 1999. 5. P. 33–41.
19. Brzóska M. M., Moniuszko-Jakoniuk J. Interactions between cadmium and zinc in the organism. *Food Chem. Toxicol.* 2001. Vol. 39. P. 967–980.
20. King J. C. Zinc. In: *Modern Nutrition in Health and Disease* (10th ed.). Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins. 2005. P. 271–285.
21. Jackson K. A., Valentine R. A., Coneyworth L. J. Mechanisms of mammalian zinc-regulated gene expression. *Biochem Soc Trans.* 2008. Vol. 36, No 6. P. 1262–1266.
22. Kwun I., Kwon J. Dietary molar ratios of phytate: zinc and millimolar ratios of phytate x calcium: zinc in south Koreans. *Biol. Trace Elem. Res.* 2000. Vol. 75. P. 29–41.
23. Laity J. H., Andrews G. K. Understanding the mechanisms of zinc-sensing by metal-response element binding transcription factor-1 (MTF-1). *Arch Biochem Biophys.* 2007. Vol. 15, No 463(2). P. 201–210.
24. Zinc-induced formation of a coactivator complex containing the zinc-sensing transcription factor MTF-1, p300/CBP, and Sp1. Y. Li et al. *Mol Cell Biol.* 2008. Vol. 28, No 13. P. 4275–4284.
25. Zinc status, psychological and nutritional assessment in old people recruited in five European countries : Zincage study. F. Marcellini et al. *Biogerontology.* 2006. Vol. 7, No 5–6. P. 339–345.
26. Maret W. The function of zinc metallothionein: A link between cellular zinc and redox state. *J. Nutrition.* 2000. 130, No 5. P. 1455–1458.
27. Nordberg M., Nordberg G. F. Toxicological aspects of metallothionein. *Cell Mol. Biol.* 2000. Vol. 46. P. 451–463.
28. Cu/Zn superoxide dismutase expression in the postnatal rat brain following an excitotoxic injury / H. Peluffo et al. *J. Neuroinflammation.* 2005. Vol. 2. P. 12.
29. Rana S. V., Kumar A. Metallothionein induced by cadmium or zinc inhibits lipid peroxidation in rats exposed to dimethylnitrosamine. *Arch. Hig. Rad. Toksikol.* 2000. Vol. 51, No 3. P. 279–286.
30. Sensi S. L., Jeng J. M. Rethinking the excitotoxic ionic milieu: the emerging role of Zn<sup>2+</sup> in ischemic neuronal injury. *Curr Mol Med.* 2004. Vol. 4. P. 87–111.

#### REFERENCES

1. Akbaev, M., Malofeeva, N. (2003). Rezervy povysheniya produktivnosti brojlerov [Reserves for increasing broiler productivity]. *Pticevodstvo [Poultry farming]*, no. 7, pp. 5–7.
2. Baydevlyatov, Yu. A. (2002). Restrukturyzacija ta ekologichna konversija ptahivnyctva Ukrainy [Restructuring and Ecological Convergence ptahivnyctva Ukraini]. *Visnyk agrarnoi nauky [News of agrarian science]*, no. 5, pp. 46–48.
3. Kravtsiv, T., Maslyanko, R.P., Zhrebetska, O.I. (2004). Biologichna rol mikroelementiv v organizmi tvaryn [Biological role of microelements in the body of animals]. *Naukovyj visnyk LNAVМ imeni G'zhyc'kogo [Scientific herald of LNAVМ named after Gzhysky]*, Vol. 7, no. 2, Part 6, pp. 63–70.
4. Vayzelin, G.N., Levosko, M.Yu. (2011). Otkormochnye i mjasnye kachestva cypljat-brojlerov pri ispol'zovanii innovacionnyh tehnologij [Feeding and meat qualities of broiler chickens using innovative technologies]. *Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo [Farm animal feeding and fodder production]*, no. 7, pp. 32–42.
5. James, R., Richards, D.D., Gizen, E.E, Shirley, R.B. (2011). Organicheskie mikroelementy: neot'emlemyj komponent sovremennogo kormlenija [Organic trace elements: an essential component of modern feeding]. *Efektivne ptahivnyctvo [Effective poultry farming]*, no. 3 (75), pp. 28–31.
6. Jeshhenko, Ju.V. (2004). Vmest cynku v klitynah pry riznyh funkcional'nyh stanah insuljarnogo apparata pidshlunkovoi zalozy: avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenju kand. biol. nauk: spec. [Zinc content in cells at different functional states of the insular apparatus of the pancreas: author's abstract. dis for obtaining sciences. Degree Candidate biology Sciences], 20 p.
7. Karzakova, L.M. (2007). Osobennosti immunopatologii bronholegochnykh zabolovanij v uslovijah geohimieski obuslovlennogo deficita cinka [Features of immunopathology of bronchopulmonary diseases in conditions of geochemical conditioned zinc deficiency]. *Mikroelementy v medicine [Trace elements in medicine]*, Vol. 8, no. 3, pp. 1–12.
8. Kal'nickij, B.D. (2000). Oksidy cinka i manganca v kormlenii zhivotnyhju Kombikorma [Oxides of zinc and manganese in animal feeding], no. 1, 53 p.
9. Klicenko, G. T. (2001). Mineral'ne zhylvennja tvaryn [Mineral Lives Tvarin]. Kyiv, World, 575 p.
10. Merkur'eva, E.K. (1983). Genetika s osnovami biometrii [Genetics with the basics of biometrics]. Moscow, Kolos, 424 p.
11. Ibatulin, I.I., Zhurov'skyi, O.M. (2017). Metodologija ta organizacija naukovykh doslidzen' u tvarynnyctvi [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. Kyiv, Agrarian science, 328 p.
12. Polishhuk, A.A., Bulavkina, T.P. (2010). Suchasni kormovi dobavky v godivli tvaryn ta ptyci [Modern feed additives for feeding animals and poultry]. *Efektivni kormy ta godivlja [Effective feeding and feeding]*, no. 7, pp. 24–28.
13. Karavashenko, V.F. (1998). Rekomendacii z normuvannja godivli sil'skogospodars'koi ptyci [Recommendations on rationing feeding of farm birds]. Borky, 112 p.
14. Rjabov, A. D., Varfolomijev, S. V. (1990). Biohimiya metalloorganichnykh spulok [Biochemistry of organometallic compounds], Vol. 55, no. 7, pp. 1155–1160.
15. Talanov, A.A., Hmelevskij, B.N. (1991). Sanytaryja kormo [Sanitation feed]. Moscow, Agropromyzzdat, 164 p.
16. Hohrin, S.N. (2004). Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh [Feeding farm animals]. Moscow, Kolos, 687 p.
17. Andrews, G. K. Regulation of metallothionein gene expression by oxidative stress and metal ions. *Biochem Pharmacol.* 2000. Vol. 1, no. 59 (1), pp. 95–104.

18. Banci, L., Bertini, I., Del Conte, R., Viezzoli, M.S. Structural and functional studies of the monomeric mutant of Cu-Zn superoxide dismutase without Arg 14. *Diospectroscopy*. 1999, Vol. 5, pp. 33–41.
19. Brzóska, M. M., Moniuszko Jakoniuk, J. Interactions between cadmium and zinc in the organism. *Food Chem. Toxicol.* 2001, Vol. 39, pp. 967–980.
20. King, J. C. Zinc. In: *Modern Nutrition in Health and Disease* (10th ed.). Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins. 2005, pp. 271–285.
21. Jackson, K. A., Valentine, R. A., Coneyworth, L. J. Mechanisms of mammalian zinc-regulated gene expression. *Biochem Soc Trans.* 2008, Vol. 36, no. 6, pp. 1262–1266.
22. Kwun, I., Kwon, J. Dietary molar ratios of phytate: zinc and millimolar ratios of phytate x calcium: zinc in south Koreans. *Biol. Trace Elem. Res.* 2000, Vol. 75, pp. 29–41.
23. Laity, J. H., Andrews, G. K. Understanding the mechanisms of zinc-sensing by metal-response element binding transcription factor-1 (MTF-1). *Arch Biochem Biophys.* 2007, Vol. 15, no. 463(2), pp. 201–210.
24. Zinc-induced formation of a coactivator complex containing the zinc-sensing transcription factor MTF-1, p300/CBP, and Sp1. Y. Li et al. *Mol Cell Biol.* 2008, Vol. 28, no. 13, pp. 4275–4284.
25. Zinc status, psychological and nutritional assessment in old people recruited in five European countries: Zincage study. F. Marcellini et al. *Biogerontology.* 2006, Vol. 7, no. 5–6, pp. 339–345.
26. Maret, W. The function of zinc metallothionein: A link between cellular zinc and redox state. *J. Nutrition.* 2000, 130, no. 5, pp. 1455–1458.
27. Nordberg, M., Nordberg, G. F. Toxicological aspects of metallothionein. *Cell Mol. Biol.* 2000, Vol. 46, pp. 451–463.
28. Cu/Zn superoxide dismutase expression in the postnatal rat brain following an excitotoxic injury / Peluffo H. et al. *J. Neuroinflammation.* 2005, Vol. 2, 12 p.
29. Rana, S. V., Kumar, A. Metallothionein induced by cadmium or zinc inhibits lipid peroxidation in rats exposed to di-methylnitrosamine. *Arch. Hig. Rad. Toksikol.* 2000, Vol. 51, no. 3, pp. 279–286.
30. Sensi, S. L., Jeng, J. M. Rethinking the excitotoxic ionic milieu: the emerging role of Zn<sup>2+</sup> in ischemic neuronal injury. *CurrMolMed.* 2004, Vol. 4, pp. 87–111.

**Живая масса и среднесуточные привесы цыплят-бройлеров при использовании смешаннолигандного комплекса цинка**

**А.И. Редька, В.С. Бомко, М.Н. Сломчинский, А.А. Чернявский**

Изучена динамика живой массы и среднесуточных привесов цыплят-бройлеров при скормливании сульфата и смешаннолигандного комплекса цинка в различных дозах. Показаны основные преимущества использования смешаннолигандного комплекса над сульфатом и определены перспективы его применения в составе комбикормов.

Установлено, что скормливание смешаннолигандного комплекса цинка позволяет достоверно повысить среднесуточные привесы и живую массу цыплят-бройлеров в разные возрастные периоды выращивания.

Использование смешаннолигандного комплекса цинка в дозах, соответствующих введению на 1 т комбикорма 50 и 37,5 г элемента повышает среднесуточные привесы за период опыта соответственно на 3 и 5,2 г или на 5,2 и 9,1%. При этом живая масса цыплят 2-ой и 3-ей опытных групп, которые с комбикормом получали смешаннолигандный комплекс цинка, увеличилась соответственно на 125 и 219 г или 5,2 и 9,1%.

По результатам контрольных взвешиваний установлено, что живая масса цыплят-бройлеров 2-ой и 3-ей опытных групп начала достоверно преобладать живую массу цыплят-бройлеров контрольной группы, начиная с 14-суточного возраста и до окончания откорма ( $P < 0,05$ ).

Результаты исследований показали преимущества введения в состав комбикормов цинка в виде смешаннолигандного комплекса над сульфатом, а наиболее эффективная доза соответствует введению на 1 т комбикорма 37,5 г элемента.

**Ключевые слова:** смешаннолигандный комплекс цинка, сульфат цинка, цыплята-бройлеры, живая масса, среднесуточный привес, возрастной период, контрольная группа, исследовательская группа.

**Living mass and medium-based current broiler facilities for the use of mixturnal gland quiplex zinc**

**A. Redka, V. Bomko, M. Slomchynskiy, O. Chernyavskiy**

Genetic potential realization in animals depends on their feeding value, the use of quality feed and biologically active substances. Currently, inorganic salts of trace elements produced abroad are used in premixes in Ukraine and thus their actual content in feeds is not accounted. Low bioavailability of zinc micronutrient from feed and from traditional food sources requires the search for new approaches to solving this problem. Development of biotechnology for the production of chelate forms of trace elements and their use in the feeding of highly productive animals is a promising method, since their chelate form is contained in animals organisms.

The scientific economic experiment on the study of the efficiency of the use of the mixedligand complex of zinc in the composition of mixed foddors was conducted on the broiler chickens of the Cobb-500 cross under the conditions of the vivarium of the Bila Tserkva National Agrarian University.

Before conducting the research, 3 types of mixed foddors were manufactured: one – using zinc sulfate at a dose corresponding to the introduction of 50 g of the element (control) per 1 ton of compound feed, the second – using a mixed mixed-ligand complex of zinc at a dose corresponding to the introduction of 1 ton of compound feed 37.5 g of the element and the third one – using a mixed-ligand complex of zinc at a dose corresponding to the introduction of 50 g of the element per 1 ton of compound feed.

Sulfate and a mixed aligand complex of zinc were introduced to the ready-mixed feed by multistage mixing. This method of introducing zinc preparations makes it possible to evenly distribute supplements throughout the mass of mixed fodder.

For the experiment, 150 day-old broiler chickens were selected, and 3 groups were formed on the principle of analogues – a control one and 2 experimental ones, 50 chickens in each (25 cockerels and 25 hens). Live weight of chickens was taken into account when selecting the analogues.

The experimental birds was kept in cell batteries at a density of 12 heads per 1 m<sup>2</sup>. The feeding was 2.5 cm, watering was carried out with nipple waterers. Indicators of the microclimate of the premises were identical in all groups of birds and corresponded to the established hygienic norms.

The dynamics of live weight and average daily increments of chicken broilers for feeding of sulfate and mixed aligant complex of zinc in different doses were studied. The main advantages of the mixed-alloy complex over sulfate are shown and prospects of its application in the composition of mixed fodders are determined.

It was established that feeding of the mixed zinc complex allows to increase the average daily increments and live weight of chicken broilers in different growing periods.

The use of a mixed-alloy complex of zinc at doses corresponding to the introduction of 1 ton of compound feed 50 and 37.5 g of the element increases daily average increments over the entire period of the experiment, respectively, by 3 and 5.2 g or by 5.2 and 9.1 %. At the same time, the live weight of chickens 2 and 3 experimental groups, which mixed with mixed feed received a complex of zinc, increased respectively by 125 and 219 g or 5.2 and 9.1 %.

According to the results of the conducted scientific and economic experiment, it was found that the mixed zigzag complex use of zinc at a dose corresponding to 37.5 grams of element per 1 ton of mixed fodder contributes to better use of nutrients in the feed, which leads to a probable increase in average daily broiler chickens increments from the second decade of cultivation for reducing feed costs.

The use of a mixed-alloy complex of zinc at a dose corresponding to 50 g of element per 1 ton of feed is also conducive to better use of nutrients in feed, but the probable increase in average daily broiler chicken increments is only due from the third cultivation decade.

According to the control weights results, it was found out that live chicken broilers weight of the 2nd and the 3rd experimental groups began to dominate the live weight of broiler chickens from the control group from the 14th day of age and until the end of fattening ( $P < 0.05$ ).

The results of the studies showed the benefits of introducing Zinc in the form of a mixed-ligand complex over sulfate, and more effective is the dose corresponding to the introduction of 37.5 g of the element per 1 ton of compound feed.

**Key words:** mixed zinc complex, zinc sulfate, chicken broilers, live weight, average daily increment, age, control group, experimental group.

*Надійшла 12.04.2018 р.*

**УДК 636.4.053.087.72:612.015**

**ТОКАРЧУК Т.С.,** аспірант

*Подільський державний аграрно-технічний університет*

### **ПОКАЗНИКИ АНТИОКСИДАНТНОГО СТАТУСУ В СИРОВАТЦІ КРОВІ ПОРОСЯТ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ВІТАМІНУ Е І ЦИТРАТІВ Zn, Fe ТА Ge**

Період відлучення поросят від свиноматок є критичним етапом у технології виробництва свинини у промислових умовах. Дія стрес-чинників та утворення вільних радикалів в організмі тварин призводять до порушення обміну речовин та загибелі поросят за умови їх раннього відлучення. Таке явище у свинарстві вимагає застосування мінераловмісних та антиоксидантних препаратів для поросят.

Вітчизняними науковцями розроблено нові препарати вітаміну Е і цитратів Zn, Fe та Ge, проте не досліджено їх вплив на показники антиоксидантного статусу в сироватці крові поросят за раннього їх відлучення від свиноматок.

Доведено, що вживання препарату вітамін Е та внутрішньом'язове введення комплексу цитратів Zn, Fe та Ge у дозі 2,5 та 3,0 мл на 10 кг маси тіла за три доби до відлучення від свиноматок і на четверту добу після їх відлучення сприяє зменшенню активності супероксиддисмутази у сироватці крові на 28 та 35-ту добу життя тварин. За таких самих умов застосування досліджуваних препаратів виявлено зниження активності каталази у сироватці крові тварин на 28 та 35-ту добу життя. Доведено тенденцію щодо зменшення вмісту церулоплазміну в сироватці крові поросят із дослідних груп.

**Ключові слова:** супероксиддисмутаза, каталаза, поросята, вітамін Е, цитрати Zn, Fe та Ge, церулоплазмін, антиоксидантний статус.

**Постановка проблеми.** Інтенсифікація галузі свинарства передбачає проведення раннього відлучення поросят від свиноматок (14, 21 та 28-ма доба життя). Низка біологічних особливостей свиней та виникнення стрес-чинників у поросят зумовлюють технологічну необхідність обов'язкового застосування для них антиоксидантних та мінераловмісних препаратів [1, 2, 3]. Невивченим залишається вплив застосування комплексу цитратів Zn, Fe та Ge і вітаміну Е на показники антиоксидантного статусу в сироватці крові поросят.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Мікроелементи ферум, цинк та германій в організмі тварин мають широке біологічне значення. Ферум бере активну участь у насиченні киснем тканин і організму, є незамінною складовою гемоглобіну тварин і людини. Нестачу цього