

## ОБМІН ЦИНКУ У ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ ЗМІШАНО-ЛІГАНДНИХ КОМПЛЕКСІВ ЦИНКУ, МАНГАНУ І КОБАЛЬТУ

В. С. Бомко<sup>1</sup>, Ю. Г. Кропивка<sup>2</sup>, Л. Г. Бомко<sup>1</sup>  
sy-kropivka@ukr.net

<sup>1</sup>Білоцерківський національний аграрний університет,  
пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква, Київська область, 09117, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини  
та біотехнологій імені С. З. Гжицького,  
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

Використання хелатів у раціонах високопродуктивних корів впливає на інтенсивність розвитку мікрофлори, тим самим підвищуючи ефективність процесу перетравлення і ферментації кормів у травному тракті. Тому здійснені наукові дослідження з визначення оптимальних доз змішано-лігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту є актуальними.

Проведено науково-господарський дослід на 4 групах-аналогах голштинських корів німецької селекції по 10 голів у кожній і балансовий дослід (по 3 голови) з використанням різних доз органічних мікроелементів — Цинку, Мангану і Кобальту у формі їх змішано-лігандних комплексів. Використано рекомендовані норми суплексу селену, сульфату купруму і йодиту калію, вивчено їхній вплив на молочну продуктивність корів і баланс мікроелементів в їх організмі. Мікроелементи вносили до комбікормів-концентратів методом вагового дозування та багатоступеневого змішування.

Встановлено позитивний вплив органічного Цинку, Мангану і Кобальту у формі змішано-лігандних комплексів на молочну продуктивність корів у перші 100 днів лактації та обмін Цинку, Мангану і Кобальту в їх організмі при забезпеченні норми цих елементів на 56, 64, 72, 80 і 88 % від рекомендованих (на 1 кг СР, мг: Цинку — 76, Мангану — 76 і Кобальту — 0,95) при забезпеченні на 100 % норм в Купрумі, Йоді за рахунок сульфату купруму, йодиту калію та Селену (до 0,3 мг/кг СР) — суплексу селену.

Найвищі середньодобові надої молока були у корів III дослідної групи, які отримували на 10 % менше Цинку, Мангану і Кобальту порівняно з контролем; надої корів контрольної групи переважали на 1,7 кг або на 3,6 % ( $P < 0,01$ ). Крім того, додавання різних доз Цинку, Мангану і Кобальту до раціону тварин мало позитивний вплив на їх обмін в організмі корів. Акумуляція Цинку в організмі тварин у співвідношенні зі спожитим у контрольній (I) групі становило 40,13 %, у дослідних: II — 37,96 %; III — 42,66 %; IV — 40,06 % і V — 38,74 %. Найкраще засвоєння Цинку в організмі тварин спостерігали за використання металохелатів, дози яких були нижчими від рекомендованих норм на 28 %.

Виділення Цинку з калом у корів III, IV і V дослідних груп було меншим від тварин контрольної групи на 15,1; 21,7 і 28,6 %, у корів II дослідної групи — більшим на 11,9 %. Кількість Цинку, виділеної з сечею, коливалась від 20,34 мг у V дослідній групі до 21,73 мг у II дослідній групі.

Використання Цинку, Мангану і Кобальту у формі змішано-лігандних комплексів у менших дозах в годівлі високопродуктивних корів підвищило їхню молочну продуктивність за рахунок кращого споживання кормосуміші та інтенсивнішого обміну цих мікроелементів в організмі корів, що призводило до меншого забруднення важкими металами навколишнього середовища через меншу їх екскрецію з продуктами обміну.

**Ключові слова:** ГОЛШТИНСЬКА ПОРОДА, ПРЕМІКС, ХЕЛАТИ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ОБМІН, БАЛАНС

## ZINC METABOLISM IN HIGH YIELDING DAIRY COWS WHEN FED MIXED-LIGAND COMPLEXES OF ZINC, MANGANESE AND COBALT

V. S. Bomko<sup>1</sup>, Yu. G. Kropyvka<sup>2</sup>, L. G. Bomko<sup>1</sup>  
sy-kropivka@ukr.net

<sup>1</sup>Bila Tserkva National Agrarian University,  
8/1 Cathedral sq., Bila Tserkva, Kyiv region, 09117, Ukraine

<sup>2</sup>National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytsky,  
50 Pekarska str., Lviv 79010, Ukraine

*The use of chelates in the diets of high-yielding cows affects the intensity of microflora growth, increasing the efficiency of digestion and fermentation of feed in the digestive tract. Therefore, scientific studies to determine the optimal doses of Zinc, Mangan and Cobalt mixed-ligand complexes are relevant.*

*The scientific-economic experiment was carried out in 4 groups of analogs of Holstein cows of German selection for 10 animals in each and a balance experiment (3 animals) was carried out using different doses of organic trace elements of Zinc, Mangan and Cobalt in the form of mixed-ligand complexes using the recommended norms. Supplex selenium, potassium sulfate and potassium iodite, and their influence on the milk yield of cows and the balance of trace elements in their body are studied. The trace elements were introduced into mixed feed concentrates by weight dosing and multistage mixing.*

*During the research, the positive effects of organic Zinc, Manganese and Cobalt in the forms of mixed-ligand complexes on the milk yield in Holstein cows of German selection during the first 100 days of lactation and on Zinc, Manganese and Cobalt metabolism were established. These elements were provided at 56, 64, 72, 80 and 88 % of recommended amounts (per 1 kg of DM, mg: Zinc — 76.0, Manganese — 76.0 and Cobalt — 0.95). Cuprum and Iodine were provided at 100 % of the norms in due to sulfate of potassium, potassium iodate and Selenium (up to 0.3 mg/kg DM) by Supplex selenium.*

*The highest average daily milk yields were in cows of the III experimental group which received Zinc, Manganese and Cobalt at 10 % less than control; the cows of the I control group had a prevalence of 1.7 kg or 3.6 % ( $P < 0.01$ ). Moreover, adding different doses of Zinc, Manganese and Cobalt to the animal diet had a positive effect on the Zinc metabolism in cows. The accumulation of Zinc in the organism of experimental groups in relation to the consumed was (percentage): I control group — 40.13; II experimental group — 37.96; III — 42.66; IV — 40.06 and V — 38.74. The best assimilation of zinc noted for the use of metal chelates, doses of which were by 28 % lower than recommended norms.*

*Excretion of Zinc with feces in cows of III, IV and V experimental groups was lower than in control animals by 15.1; 21.7 and 28.6 %, and in cows of the II experimental group it was higher by 11.9 %. The amount of Zinc contained in urine varied from 20.34 mg in the V experimental group to 21.73 mg in the II experimental group.*

*The use of Zinc, Manganese, and Cobalt in the form of mixed-ligand complexes in smaller doses in high-yielding cows feeding increased their milk production due to better consumption of feed and more intensive metabolism of these trace elements and led to smaller contamination by heavy metals of the environment due to smaller excretion with feces.*

**Keywords:** HOLSTEIN BREED, PREMIX, CHELATES, PRODUCTIVITY, METABOLISM, BALANCE

## ОБМЕН ЦИНКА У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ СМЕШАННО-ЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЦИНКА, МАРГАНЦА И КОБАЛЬТА

В. С. Бомко<sup>1</sup>, Ю. Г. Кропывка<sup>2</sup>, Л. Г. Бомко<sup>1</sup>  
sy-kropuvka@ukr.net

<sup>1</sup>Белоцерковский национальный аграрный университет,  
пл. Соборная, 8/1, г. Белая Церковь, Киевская область, 09117, Украина

<sup>2</sup>Львовский национальный университет ветеринарной медицины  
и биотехнологий имени С. З. Гжицкого,  
ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина

*Использование хелатов в рационах высокопродуктивных коров влияет на интенсивность развития микрофлоры, тем самым повышая эффективность процесса переваривания и ферментации кормов в пищеварительном тракте. Поэтому проведённые научные исследования по определению оптимальных доз смешанно-лигандных комплексов Цинка, Марганца и Кобальта являются актуальными.*

*Проведено научно-хозяйственный опыт на 4 группах-аналогах голштинских коров немецкой селекции по 10 голов в каждой и балансовый опыт (по 3 головы) с использованием различных доз органических микроэлементов Цинка, Марганца и Кобальта в форме их смешанно-лигандных комплексов. Использовались рекомендуемые нормы суплекса селена, сульфата меди и иодита калия, изучено их влияние на продуктивность коров и баланс микроэлементов в организме. Микроэлементы вводили в комбикорма-концентраты методом весового дозирования и многоступенчатого смешивания.*

*Установлено положительное влияние органического Цинка, Марганца и Кобальта в форме смешанно-лигандных комплексов на молочную продуктивность коров в первые 100 дней лактации и обмен Цинка, Марганца и Кобальта в их организме при обеспечении нормы этих элементов на 56, 64, 72, 80 и 88 % от реко-*

мендованих (на 1 кг СВ, мг: Цинка — 76, Марганца — 76 і Кобальта — 0,95) при забезпеченні на 100 % норм в Купруме, Йоду за счет сульфата міді і йодита калію і Селена (до 0,3 мг/кг СВ) — комплексу селена.

Самі високі середнесуточні удої молока були у корів III опытно́ї групи, які отримували на 10 % менше Цинка, Марганца і Кобальта по порівнянню з контролем; удої корів контрольної групи перевищали на 1,7 кг или на 3,6 % ( $P < 0,01$ ). Крім того, додавання різних доз Цинка, Марганца і Кобальта до раціону тварин мав позитивний вплив на їх обмін в організмі корів. Накопичення Цинка в організмі тварин в порівнянні з контрольною групою (I) становило 40,13 %, в опытных: II — 37,96 %; III — 42,66 %; IV — 40,06 % і V — 38,74 %. Найкраще засвоєння Цинка в організмі корів відзначали при використанні металохелатів, дози яких були нижче рекомендованих норм на 28 %.

Виділення Цинка з калом у корів III, IV і V опытных груп було менше від тварин контрольної групи на 15,1; 21,7 і 28,6 %; у корів II опытно́ї групи — більше на 11,9 %. Кількість Цинка, виділюване з сечею, коливалось від 20,34 мг в V опытно́ї групі до 21,73 мг в II опытно́ї групі.

Використання Цинка, Марганца і Кобальта в формі змішано-лігандних комплексів в менших дозах при годівлі високопродуктивних корів підвищує їх продуктивність за рахунок кращого споживання кормової суміші і більш інтенсивного обміну цих мікроелементів в організмі корів, що призводить до меншого забруднення важкими металами навколишнього середовища через їх виведення з продуктами обміну.

**Ключевые слова:** ГОЛШТИНСКАЯ ПОРОДА, ПРЕМИКС, ХЕЛАТЫ, ПРОДУКТИВНОСТЬ, ОБМЕН, БАЛАНС

У багатьох регіонах України раціони тварин дефіцитні за Купрумом, Цинком, Манганом, Кобальтом, Йодом, Селеном [9, 23, 25]. Цинк посідає друге місце після Феруму за розповсюдженням в організмі тварин та участю у метаболічних реакціях [1, 5]. Цинк належить до життєво важливих мікроелементів [1], регулює активність розщеплення і всмоктування поживних речовин [6, 10, 30], бере участь у синтезі протеїнів, нуклеїнових кислот, процесах енергетичного обміну, клітинного дихання, підтриманні антиоксидантного статусу [28] та імунної реакції організму [22]. Цей мікроелемент необхідний для каталітичної активності понад 200 металоензимів, (ДНК-і РНК-полімераз, карбоангідраз, дегідрогеназ, фосфатаз, супероксиддисмутаза, пептидаз, уреаз тощо) [33], а також гормонів інсуліну, глюкагону, фолікуліну, тестостерону, проліну, тирозину [15]. Цинк необхідний для нормального росту, розвитку і статевого дозрівання, підтримки репродуктивної функції, смаку та нюху, нормального загоєння ран тощо [10]. Недостатня кількість Цинку в раціонах знижує продуктивність корів через погіршення перетравлення поживних речовин кормів, використання Нітрогену, ріст бактерій у рубці, впливає на склад мікробної популяції та її целюлозолітичну активність і утворення ЛЖК [3, 20, 30]. В організм тварин Цинк надходить з кормом, водою та неорганічними або органічними сполуками [5] у формі оксиду й сульфату, цинк-метіоніну, цинк-протеїнату [4, 26]. В рубці жуйних наявні лише 5–10 % розчинних

форм цього елемента від його вмісту [22]. Румінальні бактерії, на відміну від інфузорій, резистентні до високого рівня Цинку внаслідок його незначного поглинання [20]. Засвоєння Цинку залежить від наявності у кормах органічних хелатних компонентів та взаємодії з Купрумом, Кобальтом, Манганом [7, 12].

Тому одним зі способів підвищення трансформації поживних речовин кормів у молоко та зменшення забруднення важкими металами довілля є забезпечення високопродуктивних корів органічними сполуками чи солями мікроелементів, які краще доступні для їх організму порівняно з неорганічними формами [2, 11, 21, 27]. Доступні мікроелементи для організму корів сприяють інтенсифікації обмінних процесів в організмі, ефективному засвоєнню поживних речовин кормів та підвищують коефіцієнт трансформації їх у продукцію [18, 19] з меншим виділенням з калом та сечею.

Підгодовля корів Цинком у поєднанні з мінеральними елементами і хелатами цих сполук у формі преміксів та добавок посилює анаболічні процеси в організмі, забезпечує вищу молочну продуктивність, покращує якість молока [8, 14, 29, 31]. Проте найкращу продуктивну дію на організм високопродуктивних тварин у цілому Цинк проявляє разом з іншими елементами — такими, як Манган, Ферум, Кобальт, Селен тощо, у вигляді солей та їх хелатних сполук з амінокислотами [16, 17, 24] і вітамінами [5, 32].

Метою досліджень було визначення оптимальних доз змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану, Кобальту в поєднанні з сульфатом купруму, йодистим калієм і суплексом селену в годівлі високопродуктивних корів голштинської породи німецької селекції в перші 100 днів лактації та встановити їх вплив на баланс мікроелементів в організмі корів, в тому числі Цинку, та їх молочну продуктивність.

### Матеріали і методи

Дослід проводили в умовах ВАТ «Терезине» Білоцерківського району Київської області. Корів для дослідів відбирали після закінчення першої лактації за 10–15 днів до отелення за принципом аналогів з урахуванням віку, походження, дати плідотворного осіменіння, маси

тіла і молочної продуктивності за першу лактацію. Всі підібрані корови-аналоги були чистопородні, мали схожу продуктивність матерів, середню вгодованість, були клінічно здоровими, утримувались в однакових умовах і одночасно були завезені нетелями у господарство з Німеччини.

Корів було розділено на п'ять груп — одну контрольну та чотири дослідні. Кожна група налічувала по 10 корів. Схема науково-господарського дослідів подана у табл. 1.

Згідно з даними табл. 1, контролем була оптимальна доза змішано-лігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту, встановлена у попередньому досліді [13] з концентрацією в 1 кг СР кормосуміші, мг: Цинку — 60,8; Мангану — 60,8 і Кобальту — 0,78. Для II дослідної групи концентрацію цих мікроелементів збільшили на 10 %, а в III — навпаки, зменшили на цю кіль-

Таблиця 1

**Схема науково-господарського дослідів на коровах голштинської породи німецької селекції в перші 100 днів лактації (n=10)**

**Scheme of scientific and economic experiment on Holstein breed cows of German selection in the first 100 days of lactation (n=10)**

Групи / Groups	Досліджуваний фактор / Investigated factor
I контрольна I control	КС + змішано-лігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se і сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку — 60,8; Мангану — 60,8; Кобальту — 0,78; Селену — 0,3; Купруму — 12 і Йоду — 1,1. FM + mixed ligand complexes of Zinc, Manganese, Cobalt + Supplex Se and copper sulfate and potassium iodate. 1 kg contains mg/DM: Zinc — 60.8; Manganese — 60.8; Cobalt — 0.78; Selenium — 0.3; Cooper — 12.0 and Iodine — 1.1.
II дослідна II experimental	КС + змішано-лігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se і сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку — 66,9; Мангану — 66,9; Кобальту — 0,86; Селену — 0,3; Купруму — 12 і Йоду — 1,1. FM + mixed ligand complexes of Zinc, Manganese, Cobalt + Supplex Se and copper sulfate and potassium iodate. 1 kg contains mg/DM: Zinc — 66.9; Manganese — 66.9; Cobalt — 0.86; Selenium — 0.3; Cooper — 12.0 and Iodine — 1.1.
III дослідна III experimental	КС + змішано-лігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se і сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку — 54,7; Мангану — 54,7; Кобальту — 0,7; Селену — 0,3; Купруму — 12 і Йоду — 1,1. FM + mixed ligand complexes of Zinc, Manganese, Cobalt + Supplex Se and copper sulfate and potassium iodate. 1 kg contains mg/DM: Zinc — 54.7; Manganese — 54.7; Cobalt — 0.7; Selenium — 0.3; Cooper — 12.0 and Iodine — 1.1.
IV дослідна IV experimental	КС + змішано-лігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se і сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку — 48,6; Мангану — 48,6; Кобальту — 0,62; Селену — 0,3; Купруму — 12 і Йоду — 1,1. FM + mixed ligand complexes of Zinc, Manganese, Cobalt + Supplex Se and copper sulfate and potassium iodate. 1 kg contains mg/DM: Zinc — 48.6; Manganese — 48.6; Cobalt — 0.62; Selenium — 0.3; Cooper — 12.0 and Iodine — 1.1.
V дослідна V experimental	КС + змішано-лігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se і сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку — 42,6; Мангану — 42,6; Кобальту — 0,55; Селену — 0,3; Купруму — 12 і Йоду — 1,1. FM + mixed ligand complexes of Zinc, Manganese, Cobalt + Supplex Se and copper sulfate and potassium iodate. 1 kg contains mg/DM: Zinc — 42.6; Manganese — 42.6; Cobalt — 0.55; Selenium — 0.3; Cooper — 12.0 and Iodine — 1.1.

Примітка: КС — кормосуміш, СР — суха речовина.

Note: FM — fodder mix, DM — dry matter.



кість. Щодо IV і V дослідних груп, то концентрацію в 1 кг СР кормосуміші Цинку, Мангану і Кобальту зменшили на 20 і 30 % відповідно.

Дослідних корів у підготовчий період, який відповідав періоду сухостою, годували такими малокомпонентними кормосумішами: сіно вико-вівсяне — 4 кг, сінаж злако-бобовий — 10 кг, силос кукурудзяний — 25 кг, меляса — 2 кг і комбікорм-концентрат — 3,5 кг, сіль кухонна — 0,19 кг, знефторений фосфат — 0,18 кг. Після отелення дослідним дійним коровам сіно вико-вівсяне поступово замінили на люцернове, а в кормосуміші збільшували кормову даванку концентрованих кормів, які також згодовували у вигляді комбікорму-концентрату. Корми як у сухостійний, так і в період лактації були дефіцитні на Цинк, Купрум, Кобальт, Манган, Йод та Селен. Для покриття дефіциту у вищевказаних мікроелементах до комбікормів-концентратів вводили премікс. Для зменшення дефіциту Цинку, Мангану і Кобальту до преміксу вводили різні дози змішано-лігандних комплексів цих мікроелементів для корів контрольної та дослідних груп. Дефіцит Купруму знижували за рахунок його сульфату, Йоду — йодиту калію, а Селену — за рахунок суплексу селену.

За проведення балансових дослідів з кожної групи було відібрано по три корови, результати яких за продуктивністю були

найближчими до середньої продуктивності в групі. При цьому тривалість підготовчого періоду становила 10 днів, а облікового — 7 діб. В обліковий період враховували кількість спожитих кормів, кількість виділеного молока, калу і сечі та відбирали середні зразки корму, молока, калу і сечі для досліджень.

## Результати й обговорення

Обмін мінеральних елементів, а також рівень забезпеченості ними організму високопродуктивних корів може безпосередньо впливати на їх продуктивність, відтворну здатність та ефективність використання кормів. Надходження до організму дослідних корів у перші 100 днів лактації різних доз Цинку, Мангану і Кобальту за рахунок їх змішано-лігандних комплексів по-різному вплинули на надой молока. З даних табл. 2 видно, що найвищі середньодобові надой молока фактичної жирності за перші 100 днів лактації відзначали у корів III дослідної групи, в кормосуміш яких вводили на 10 % менше Цинку, Мангану і Кобальту за рахунок їх змішано-лігандних комплексів порівняно з контрольною групою.

Середньодобові надой молока фактичної жирності корів III дослідної групи переважали корів контрольної групи на 1,7 кг або на 3,6 % ( $P<0,001$ ). Від корів III дослідної групи

Таблиця 2

**Продуктивність корів за перші 100 днів лактації і витрати кормів в середньому за дослід ( $M\pm m$ ,  $n=10$ )**  
**Productivity of cows for the first 100 days of lactation and feed costs on average in the experiment ( $M\pm m$ ,  $n=10$ )**

Показники Indices	Група / Group				
	контрольна control	дослідна / experimental			
	1	2	3	4	5
Середньодобовий надій молока за 100 днів досліду, кг Average daily milk hopes for 100 days of experiment, kg					
Натуральної жирності / Natural fat	47,2 $\pm$ 0,29	46,2 $\pm$ 0,39	48,9 $\pm$ 0,33**	43,4 $\pm$ 0,45***	42,8 $\pm$ 0,31***
Вміст жиру в молоці, % Fat content in milk, %	3,74 $\pm$ 0,132	3,79 $\pm$ 0,164	3,78 $\pm$ 0,145	3,80 $\pm$ 0,169	3,82 $\pm$ 0,188
4 %-ої жирності / 4 % fat	44,1 $\pm$ 0,31	43,8 $\pm$ 0,45	46,2 $\pm$ 0,36***	41,2 $\pm$ 0,52***	40,9 $\pm$ 0,57***
Вміст білка в молоці, % Protein content in milk, %	3,21 $\pm$ 0,122	3,23 $\pm$ 0,140	3,26 $\pm$ 0,134	3,24 $\pm$ 0,147	3,23 $\pm$ 0,152
Валовий надій молока на корову за 100 днів лактації, кг Gross hopes of milk per cow for 100 days of lactation, kg					
Натуральної жирності / Natural fat	4720 $\pm$ 28,9	4620 $\pm$ 38,4	4890 $\pm$ 32,7	4340 $\pm$ 44,9	4280 $\pm$ 30,8
4 %-ої жирності / 4 % fat	4410 $\pm$ 30,2	4380 $\pm$ 42,9	4620 $\pm$ 35,7	4120 $\pm$ 51,9	4090 $\pm$ 56,6
У % до контролю, 4 %-ої жирності % to control, 4 % fat	—	99,3*	104,8***	93,4***	92,7***

за 100 днів досліду отримали 4890 кг молока жирністю 3,78 % проти 4720 кг з жирністю 3,74 % у корів контрольної групи. Середньодобові надої корів II, IV і V дослідних груп були нижчими, відповідно: в II дослідній групі — на 1,0 кг або 2,1 %, в IV дослідній групі — на 3,8 кг ( $P<0,001$ ) або 8,1 % і в V дослідній групі — на 4,4 кг ( $P<0,001$ ) або 9,3 %. У молоці корів дослідних груп, порівняно з контролем, помітили тенденцію до зростання вмісту протеїну. Від корів контрольної групи за 100 днів досліду отримано 4410 кг молока 4 %-ї жирності, а II, III, IV і V дослідних груп — відповідно 4380, 4620, 4120 і 4090 кг.

Під час проведення балансових досліджень дефіцит Цинку в кормах становив 1280 мг. Коровам контрольної групи вводили 1024 мг Цинку (забезпечували 80 %), коровам II дослідної групи — 1152 мг (90 %), III — 896 мг (70 %), IV — 768 мг (60 %) і V — 640 мг (50 %). Середньодобові надої молока становили (кг/гол.): у контрольній групі — 48,1; II — 47,0; III, IV, V дослідних групах — відповідно, 50,7; 46,5 і 45,2.

Отримані результати свідчать про неоднаковий вплив різних доз змішано-лігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту при однакових дозах неорганічного Купруму та Йоду і суплексу селену в раціоні на обмін Цинку в організмі корів дослідних груп. Згідно з даними табл. 3, встановлено, що акумуляція

Цинку у організмі дослідних корів була непропорційна відповідним дозам Цинку, Мангану і Кобальту у раціоні. За внесення Цинку і Мангану 60,8 мг/кг СР, а Кобальту — 0,78 мг/кг СР в організмі корів контрольної групи Цинку щодоби накопичувалося 707,52 мг або 40,13 % від спожитої кількості.

Підвищення доз Цинку, Мангану і Кобальту в раціоні тварин II дослідної групи на 10 % і їх зменшення на 10 % у тварин III дослідної групи проти відповідних доз у контрольних корів призвело до практично однакового балансу цього елемента в корів всіх трьох груп. Так, в організмі корів III дослідної групи відклалося 701,08 мг Цинку, а у корів II дослідної групи — 706,88 мг проти 707,52 мг у контролі. Однак відносне накопичення Цинку в організмі до спожитого було більшим у корів III дослідної групи і перевищувало цей показник у корів контрольної групи на 2,53 %, а у корів II дослідної групи його кількість, порівняно з аналогами контрольної групи, зменшилася до 37,96 % проти 40,13 %. У тварин IV і V дослідних груп відносне накопичення Цинку в організмі тварин було меншим на 2,6 і 3,92 % порівняно з коровами III дослідної групи. Найменше Цинку накопичилось в організмі корів V дослідної групи — 508,37 мг.

Стосовно засвоєння Цинку в організмі, яке визначали за кількістю його виділення з молоком і накопичення в організмі, то за аб-

Таблиця 3

Середньодобовий баланс Цинку у корів, мг/голову  
Daily balance of Zinc in cows, mg/animal

Показник Indices	Група / Group				
	контрольна control	дослідна / experimental			
		1	2	3	4
Всього надійшло / Total received	1763,0	1862,0	1643,3	1447,5	1312,4
спожито з кормами consumed with feed	739,0	710,0	747,3	679,5	668,4
надійшло із преміксом received with premix	1024,0	1152,0	896,0	768,0	644,0
Всього виділено / Total excreted	1055,48	1155,12	942,22	867,60	804,03
з калом / with feces	840,94	941,29	714,36	658,52	600,49
з сечею / with urine	21,64	21,73	20,76	20,58	20,34
з молоком / with milk	192,90	192,10	207,10	188,50	183,20
Відкладено у тілі / Deferred in organism	707,52	706,88	701,08	579,90	508,37
у % до спожитого / % to consumed	40,13	37,96	42,66	40,06	38,74
Засвоєно / Assimilated	900,42	898,98	908,18	768,40	691,57
у % до спожитого / % to consumed	51,07	48,28	55,27	53,08	52,70

солотним значенням воно було найнижчим у корів V дослідної групи — 691,57 мг проти 768,4–908,18 мг у тварин контрольної та інших дослідних груп. Проте що стосується засвоєння Цинку відносно спожитої кількості, то воно було найвищим у корів III дослідної групи — 55,27 %. З вищою концентрацією Цинку і Мангану — 60,8 і 66,7 мг/кг СР, а Кобальту — 0,78 і 0,86 мг/кг СР та меншою концентрацією — 48,6 і 42,6 та 0,62 і 0,55 мг/кг СР відповідно, відносно засвоєння Цинку в організмі корів I контрольної і II, IV та V дослідних груп, відповідно, зменшувалося до 51,07; 48,28; 53,08 і 52,70 % проти 55,27 % — при концентрації Цинку і Мангану 54,7 та Кобальту — 0,7 мг/кг СР.

Якщо проаналізувати екскрецію Цинку з продуктами обміну, то можна зауважити, що найбільше цього елемента виділялося з калом тварин і це виділення відповідало дозам Цинку в раціоні. Так, виділення Цинку з калом у корів контрольної та II дослідної груп було найбільшим і становило, відповідно, 840,94 і 941,29 мг, а у корів III, IV і V дослідних груп було меншим від контролю на 126,58; 182,42 і 240,45 мг (15,1; 21,7 і 28,6 %). З сечею виділялась практично однакова кількість Цинку — від 20,34 мг у V дослідній групі до 21,73 мг у II дослідній групі.

Стосовно виділення Цинку з молоком, то тут спостерігали такі показники. У корів контрольної групи з молоком щодоби виділялося 192,9 мг Цинку. Підвищення доз Цинку і Мангану в раціоні корів II дослідної групи до 66,7 мг/кг СР, а Кобальту до 0,86 мг/кг СР проти 60,8 і 0,7 мг/кг СР у контролі зумовило зменшення кількості виділеного з молоком Цинку до 192,10 мг, що менше, ніж у контролі, на 0,8 мг або 0,4 %. У середньодобовому надії молока корів III дослідної групи вміст Цинку становив 207,10 мг, що на 14,2 мг або 7,4 % більше порівняно з контролем, хоча доза Цинку і Мангану в раціоні зменшилась до 54,7 мг/кг СР, а Кобальту — до 0,7 мг/кг СР. У корів IV дослідної групи з молоком щодоби виділялося 188,50 мг Цинку, що було менше за контроль на 4,4 мг або 2,3 % при дозі Цинку і Мангану 48,6 мг/кг СР, а Кобальту — 0,62 мг/кг СР. При дозі Цинку і Мангану 42,6 мг/кг СР, а Кобальту — 0,55 мг/кг СР, з молоком у корів

V дослідної групи виділялось 183,2 мг Цинку, що було на 9,7 мг або 5,0 % менше від контролю. Наведені дані свідчать про те, що більші дози Цинку, Мангану і Кобальту за рахунок їх змішано-лігандних комплексів у раціоні не призводили до відповідного зростання вмісту Цинку у молоці корів.

Отже, у результаті проведених досліджень отримано нові дані, які свідчать про позитивний вплив згодовування дійним коровам голштинської породи німецької селекції у перші 100 днів лактації Цинку, Мангану і Кобальту у формі їх змішано-лігандних комплексів на засвоєння Цинку. Проте серед досліджуваних доз найвищий показник засвоєння цього мікроелемента для корів голштинської породи німецької селекції спостерігали за дози 54,7 мг/кг СР Цинку і Мангану та 0,7 мг/кг СР Кобальту.

## Висновки

1. Використання змішано-лігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту у поєднанні з сульфатом селену, сульфатом купруму та йодитом калію в годівлі високопродуктивних корів голштинської породи німецької селекції в дозах (мг на 1 кг СР) Цинку — 54,7; Мангану — 54,7; Кобальту — 0,7; Селену — 0,3; Купруму — 12 і Йоду — 1,1 підвищують їхню молочну продуктивність на 1,7 кг або на 3,6 % ( $P < 0,001$ ) та засвоєння Цинку на 4,2 % порівняно з дозами: Цинку — 60,8; Мангану — 60,8; Кобальту — 0,78; Селену — 0,3; Купруму — 12 і Йоду — 1,1 мг на 1 кг СР.

2. Дози: Цинку — 54,7; Мангану — 54,7; Кобальту — 0,7; Селену — 0,3; Купруму — 12 і Йоду — 1,1 мг/кг СР на 126,58 мг або 15,1 % зменшують виділення Цинку з калом.

**Перспективою подальших досліджень** є вивчення впливу різних доз змішано-лігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту на економічні показники ТДВ «Терезине» та встановлення рентабельності виробництва молока при використанні цих змішано-лігандних комплексів у раціонах годівлі корів.

1. Andrejeva L. V. Biological role of vitamin A and its using in livestock. *The Animal Biology*, 2000, vol. 2, no. 2, pp. 22–23. (in Ukrainian)

2. Antonyak G. L. Biological role of zinc in the human and animal organism. *The Animal Biology*, 2011, vol. 13, no. 1–2, pp. 17–31. (in Ukrainian)
3. Bogdanov G. O., Ibatullin I. I., Kostenko V. I. *Standards, oriented rations and practical advice on cattle feeding*. A manual. Zhytomyr, Ruta, 2013, 515 p. (in Ukrainian)
4. Bomko V. S. The influence of mineral and vitamin supplements on the metabolism and productivity of cows in different types of feeding. Autoref. of PhD thesis in agricultural sci., National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 1989, 28 p. (in Ukrainian)
5. Demidyuk A. A. Influence of deficiency of copper, iodine and cobalt deficiency in rations on metabolic processes and milk productivity of cows. Autoref. of PhD thesis in biol. sci., Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, 1985, 21 p. (in Ukrainian)
6. Gnoyevy V. I., Golovko B. O., Trishyn O. K., Gnoyevy I. V. *Feeding of highly productive cows*. A manual. Kharkiv, Prapor, 2009, 368 p. (in Ukrainian)
7. Khomyn M. M., Fedoruk R. S., Kropyvka S. Y. Biochemical processes in the body of cows and the biological value of milk for the influence of chromates, selenium, cobalt and zinc citrates. *The Animal Biology*, 2015, vol. 17, no. 1, pp. 155–162. (in Ukrainian)
8. Khomyn M. M., Fedoruk R. S., Kropyvka S. Y., Khrabko M. I. Influence of citrates of chromium, selenium, cobalt and zinc on the biological value of milk and productivity of cows. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*, 2014, vol. 16, no. 2 (59), part 2, pp. 338–344. (in Ukrainian)
9. Koltun Ye. M., Rusyn V. I. Biological role of iron and zinc compounds in an organism of animals. *Farmer*, 2007, no. 3/4, pp. 18–21. (in Ukrainian)
10. Kravtsiv R. Y. Average indices of nutrition and micronutrient composition of feeds of Lviv region. *Farmer*, 2001, no. 7/8, pp. 20–22. (in Ukrainian)
11. Kravtsiv R. Y., Dubiniak N.E. Physiological value of zinc in the organism of animals. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*, 2007, vol. 9, no. 4 (35), part 1, pp. 69–73. (in Ukrainian)
12. Kravtsiv R.Y., Koval G. M., Vaseruk N. Ya. The content of trace minerals in feed of Ltd. “Litynske” Drohobych district of Lviv region. *Farmer*, 2004, no. 9/10, pp. 4–6. (in Ukrainian)
13. Kropyvka Yu., Bomko V. Efficiency of use pre-mixes on the basis of metal chelates in feeding cows in the first 100 days of lactation. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*, 2017, vol. 19 (79), pp. 154–158. (in Ukrainian)
14. Lemesheva M. M., Yurchenko V. V. Biological role of zinc. *Problems of zooinengineering and veterinary medicine: a collection of scientific works of Kharkiv State Veterinary Academy*, 2009, vol. 19, part 1, pp. 300–304. (in Ukrainian)
15. Lonnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. *J. Nutr.*, 2000, vol. 130, no. 5, pp. 1378–1383. DOI: 10.1093/jn/130.5.1378S.
16. Lychuk M. G. Early diagnosis, prevention and treatment of microelementosis (Se and Co) of calves. Autoref. of PhD thesis in veterinary sci., Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, 2002, 18 p. (in Ukrainian)
17. Mahan D. C. Mineral nutrition of the cow: a review. *J. Anim. Sci.*, 1990, vol. 68, no. 2, pp. 573–582. DOI: 10.2527/1990.682573x.
18. Myktyyn S. I., Kravtsiv O. M., Kravtsiv R. Y. The influence of Zn, Mn, Co on the organism of farm animals. *Farmer*, 2009, no. 11/12, pp. 27–30. (in Ukrainian)
19. Pakholkiv N. I., Kurtyak B. M. Influence of zinc on growth and metabolic activity of microorganisms of rumen of bulls under the influence of Plumbum and Cadmium in experiments *in vitro*. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology*, 2013, no. 109, part.2, pp. 113–117. (in Ukrainian)
20. Paska M. Z. Physiological state and productivity of bulls by action of salts of scarce microelements and their chelating complexes with cysteine. Autoref. of PhD thesis in veterinary sci., National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after Stepan Gzhytsky, Lviv, 2004, 18 p. (in Ukrainian)
21. Polischuk A. A., Bulavkina T. P. Modern feed additives for feeding of animals and poultry. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2010, no. 2, pp. 63–66. (in Ukrainian)
22. Sedilo G. M., Polulih M. I., Vovk Ya. S. The intensity of metabolic processes in dairy cows for use in feeding standard and experimental feed supplements. *The Animal Biology*, 2014, vol. 16, no. 3, pp. 122–129. (in Ukrainian)
23. Sedilio G. M. The role of mineral substances in the processes of formation of cotton. Lviv, Afisha, 2002, 184 p. (in Ukrainian)
24. Snitynsky V. V., Charkin V. A., Gloiyk I. Z., Crectun B. V. Influence of zinc on metabolism of cows and productivity of newborn calves. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology*, 2001, vol. 1–2, pp. 114–118. (in Ukrainian)
25. Snitynsky V. V., Gloiyk I. Z., Danchuk V. V. Biological aspects of free radical oxidation in farm animals due to physiological condition and zinc content in a ration. *Physiological Journal: materials of the XVI Congress of Ukr. Physiol partnership*, 2002, vol. 48, no. 2, pp. 191–192. (in Ukrainian)
26. Spears J.W., Schlegel P.A., Seal M. C., Lloyd K. E. Bioavailability of zinc from zinc sulfate and different organic zinc sources and their effects on ruminal volatile fatty acid proportions. *Livestock Production Science*, 2004, vol. 90, no. 2/3, pp. 211–217. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2004.05.001.
27. Spears J. W. Zinc methionine for ruminants: relative bioavailability of zinc in lambs and effects on growth and performance of growing heifers.



*J. Anim. Sci.*, 1989, vol. 67, no. 3, pp. 835–843. DOI: 10.2527/jas1989.673835x.

28. Tokarchuk Z. B. Influence of additives of zinc, cadmium and selenium supplements in ration of cows livestock feeding on the physiological state of the organism and productivity in the period of lactation. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*, 2005, vol. 7, no. 1, part 2, pp. 222–227. (in Ukrainian)

29. Videnko V. M., Kovalchuk V. I., Martynchyk O. A., Goralsky L. P. Effectiveness of the use of salts and complexones of trace elements in feeding of dairy cows on the territory of radioactive contamination. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2011, vol. 1, no. 1 (28), pp. 248–251. (in Ukrainian)

30. Vlizlo V. V. Biochemical bases of rationing of mineral nutrition of cattle. 2. Microelements. *The Animal Biology*, 2006, vol. 8, no. 1/2, pp. 41–62. (in Ukrainian)

31. Voltomisty A. V., Sologub L. I., Gerasymiv M. G. Influence of mineral elements on some indicators of vital activity of microorganisms of cattle rumen. *The Animal Biology*, 2006, vol. 8, no. 1/2, pp. 222–226. (in Ukrainian)

32. Vorobel M. I., Pivtorak Ya. I. The Value of trace minerals in the life of animals. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*, 2011, vol. 13, no. 4 (50), part 3, pp. 54–60. (in Ukrainian)

33. Yuskiv L. L., Gnativ B. I., Galjas G. M., Ivanyak V. V. Influence of vitamins A, D<sub>3</sub>, E and zinc on the vitamin and antioxidant status of the calf organism in the milk period. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*, 2007, vol. 9, no. 3 (34), pp. 236–240. (in Ukrainian)