

## Effect of mixed ligand complexes of Zinc, Manganese, and Cobalt on the Manganese balance in high-yielding cows during first 100-days lactation

V. Bomko<sup>1</sup>, Yu. Kropyvka<sup>2</sup>, L. Bomko<sup>1</sup>, S. Chernyuk<sup>1</sup>, S. Kropyvka<sup>2\*</sup>, B. Gutyj<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Bila Tserkva National Agrarian University*

*Pl. Soborna 8/1, Bila Tserkva, 09117, Kyiv region, Ukraine*

<sup>2</sup>*Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*

*Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine*

\*Corresponding author E-mail: [sy-kropivka@ukr.net](mailto:sy-kropivka@ukr.net)

*Submitted: 05.01.2018. Accepted: 21.02.2018*

To realize the genetic potential of animals, an important role should be taken to prevent the presence of mineral substances in the rations. Because of their lack of revenue in the body of animals the productivity is decreased, the reproductive function is disturbed, there is a disease. there are diseases.

Material for the scientific and economic experiment on the use of mixed ligand complexes of Zinc, Manganese and Cobalt on the milk productivity of high-yielding cows and the exchange of Mangan in their body were Holstein animals, Ukrainian Black-Spotted dairy and Ukrainian Red - Spotted dairy breeds. The trace elements were introduced into feed concentrates, and they into the fodder mix by the method of weight dosing and multi-stage mixing. Balancing of rations of highly productive cows of the 1st control group to norm only Selenium, Kuprum and Iodine, led to a concentration in 1 kg DM (dry matter) of feed mix, mg: Zinc – 32.4; Manganese – 27.8; Cobalt – 0.27; Selenium – 0.3; Copper – 12 and Iodine – 1.1 and the lowest concentration of Mangan in milk and in the body. The cows of the 2nd and 3rd experimental groups were fed with all the trace elements to the norm (for the 2nd experimental group at the expense of zinc sulfates, manganese, cobalt, copper, selenium, Suplex of Selenium and potassium iodide, for the 3rd instead of zinc sulfates, manganese and mixed cobalt compounds were introduced into their ligand complexes). The concentration of trace elements in these groups in 1 kg of DM was, mg: Zinc – 76; Manganese – 76; Cobalt – 0,97; Copper – 12; Selenium – 0.3 and Iodine – 1.1. The concentration of Zinc, Manganese and Cobalt in 1 kg of DM of fodder was reduced by 20% for cows of the 4th experimental group and by 30% for the 5th experimental group.

The results of the conducted searches indicate that the use in feeding of high-yielding cows of various doses of mixed ligand complexes of Zinc, Manganese, and Cobalt on the use of Suplex of Selenium and sulfate copper and potassium iodide in the first 100- days lactation positively affect the growth of their milk production. Animals of experimental groups dominated cows of analogues of the control group, rations of which were scarce on Zinc, Manganese and Cobalt, by average daily yield of natural milk, respectively, by 4.5; 5.8 and 4.0 kg, or 11.63: 14.99 and 10.34%, and these differences were reliable. While the average daily milk yield of cows of the 2nd experimental group exceeded the average daily yield of the 1st control group by 3.8 kg or by 9.82%. In milk of experimental cows, a single increase in the fat content of 0.01–0.09% was also noted.

Carrying out balance research confirmed the data of milk productivity. Thus, in the body of cows of the 3rd, 4th and 5th experimental groups, more Manganese were deposited, respectively by: 540.7; 531.5, and 394.5 mg compared to control and by 367.1, 357.9, and 220.9 mg – in comparison with the 2nd experimental group; in experimental cows of groups 4 and 5, the manganese was deposited less by 9.2 and 146.2 mg in comparison with the 3rd experimental group. With milk in cows of the 1st control group during the day was allocated 20.8 mg of Manganese, and in the 2nd, 3rd, 4th and 5th experimental groups it was allocated more, respectively by 6.7, 9.8, 15.4, and 10.6 mg. Manganese fecal excretion was less in comparison with the 2nd experimental group, in the cows of the 3rd experimental group it was less by 365.9 mg, in the 4<sup>th</sup> group – by 623.3 mg, and in the 5<sup>th</sup> group – by 691.4 mg.

The use of mixed ligand complexes of Zinc, Manganese and Cobalt enhances the milk productivity of high-yielding cows, reduces their need for these elements, improves their digestion and reduces their excretion with feces.

**Key words:** microelements; sulfate salts; trace elements; Zinc; Manganese; Cobalt; Copper; Selenium supplements; potassium iodate; Manganese balance

# Екологічні аспекти обміну Мангану у високопродуктивних корів у перші 100 днів лактації за згодовування їм змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту

В.С. Бомко<sup>1</sup>, Ю.Г. Кропивка<sup>2</sup>, Л.Г. Бомко<sup>1</sup>, С.В. Чернюк<sup>1</sup>, С.Й. Кропивка<sup>2</sup>, Б.В. Гутий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Білоцерківський національний аграрний університет  
м. Біла Церква, Україна

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

Проведено дослідження з використання змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту на молочну продуктивність високопродуктивних корів та обмін Мангану в їх організмі. Встановлено, що дози змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту, які ліквідують дефіцит в цих мікроелементах на 100%, 80% і 70% до норми ВІТ, у перші 100 днів лактації обумовлюють ріст молочної продуктивності корів. Тварини дослідних груп переважали корів аналогів контрольної групи, раціони яких були дефіцитними по Цинку, Мангану і Кобальту, за середньодобовими надоями натурального молока, відповідно, на 4,5; 5,8 та 4,0 кг, або на 11,63; 14,99 та 10,34% і ці різниці були достовірними. Тоді як середньодобові надой натурального молока у корів 2-ї дослідної групи, де нестачу мікроелементів ліквідували за рахунок сульфатів цинку, мангану і кобальту, перевищували середньодобові надой 1-ї контрольної групи на 3,8 кг або на 9,82%. У молоці дослідних корів відмічено також однозначне збільшення вмісту жиру на 0,01–0,09%. Проведення балансових досліджень підтвердило дані молочної продуктивності. Так, в організмі корів 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп відклалося Мангану більше, відповідно на, мг: 540,7; 531,5 і 394,5 порівняно з контролем і на 367,1; 357,9 і 220,9 – в порівнянні з 2-ю дослідною групою, а у дослідних корів 4-ї і 5-ї груп відклалося Мангану менше на 9,2 і 146,2 в порівнянні з 3-ю дослідною групою, в раціонах яких було на 20 і 30% менше чистого Цинку, Мангану і Кобальту. З молоком у корів 1-ї контрольної групи за добу виділялося 20,8 мг Мангану, а в 2-й, 3-й, 4-й і 5-й дослідних групах його виділялось більше, відповідно на 6,7; 9,8; 15,4 і 10,6 мг. Виділення з калом було менше, в порівнянні з 2-ю дослідною групою, в корів 3-ї дослідної групи на 365,9 мг, 4-ї – на 623,3 мг і в 5-ї – на 691,4 мг.

**Ключові слова:** мікроелементи; сульфатні солі мікроелементів; Цинк; Манган; Кобальт; Купрум; Суплекс Селену; іодит калію; баланс Мангану

## Вступ

Велика роль в реалізація генетичного потенціалу високопродуктивних корів відводиться мінеральним речовинам (Klitsenko et al., 2001; Babik and Fedorovych, 2017). При недостатньому їх надходженні з кормами в організм тварин знижується їх енергетична забезпеченість, молочна продуктивність, порушується відтворна функція, виникають захворювання (Kuznecov and Kuznecov, 2003; Kokorev et al., 2004; Golova et al., 2017; Gutyj et al., 2017; Levitskaya, 2017; Shcherbatyy et al., 2017).

На даний час в кормах дуже часто не вистачає Феруму, Купруму, Цинку, Мангану, Кобальту, Іоду, в останні роки Селену (Ivanova and Pohlebin, 2004; Huberuk et al., 2015; Sobolev et al., 2017), які є важливими елементами ферментів, гормонів та імунних тіл. Вони також відіграють вирішальну роль в антиоксидантному захисті організму тварин та покращенні їхньої відтворної функції, збереженні здоров'я (Vasil'eva, 2005; Muhina et al., 2007; Martyshuk et al., 2016; Khariv et al., 2016; Gutyj et al., 2017; Khariv et al., 2017).

В організм тварин мікроелементи мають надходити у таких кількостях і співвідношеннях, які забезпечуватимуть не тільки реалізацію генетичного потенціалу високопродуктивних корів, а зберігати їх здоров'я та відтворні функції (Hnoievyi, 2006).

Покриття дефіциту мікроелементів у кормах їх неорганічними солями не гарантує 100% забезпечення тварин дефіцитними мікроелементами, тому що лише певна їх частина може набувати в організмі функціонально активної форми. Тому на сьогоднішній день існує поняття про біологічну доступність мікроелементів, яка вказує на кількісне засвоєння і використання організмом тварин мікроелементів або нагромадження їх в органах і тканинах тварини. Біологічна доступність мікроелементів залежить від форм і джерел надходження їх у тваринний організм та від їх фізіологічного стану (Petrosjan, 2010; Richards et al., 2010; Ibatullin and Holubiev, 2017).

Великою біологічною доступністю характеризуються мікроелементи органічних форм (Hellman and Carlson, 2003; Vasil'eva, 2005; Paujers, 2005; Kantor, 2007), особливо хелатні сполуки мікроелементів з амінокислотами (Klitsenko et al., 2001; Shishova, 2013; Kulibaba et al., 2017). Встановлено, що неорганічні солі мікроелементів (хлорид, нітрат, сульфат, карбонат) мають низку біологічну доступність, тому засвоюються організмом тварин гірше, ніж органічні. Видалення кристалізованої води з молекули сірчаноокислих солей мікроелементів призводить до зниження їх біологічної доступності.

Засвоєння мікроелементів у шлунково-кишковому тракті залежить від їх взаємодії з іншими поживними та біологічно активними речовинами кормів та утворення в ньому нових форм комплексних сполук, які значно відрізняються від форм сполук, в яких вони містилися в кормах. Важливе фізіологічне значення має ступінь стабільності і розчинності утворених сполук (Hellman and Carlson, 2003; Harper et al., 2005).

Тому метою досліджень було вивчення ефективності згодовування високопродуктивним коровам у перші 100 днів лактації різних рівнів та джерел Цинку, Мангану і Кобальту та встановити їх вплив на молочну продуктивність, їх вміст у молоці та обмін в організмі.

## Матеріали і методи досліджень

Для досліду в ВАТ «Терезине» Білоцерківського району Київської області за принципом аналогів відібрали п'ять груп високопродуктивних корів голштинської та української чорно-рябої молочної порід.

У підготовчий та дослідний періоди піддослідних корів годували за однаковими раціонами. Різниця полягала лиш в тому, що у дослідний період, протягом 80 днів (з 10 вересня по 10 грудня) коровам контрольної групи згодовували премікс в складі якого знаходились селеніт натрію, сульфат купруму та іодит калію, при дефіциті Цинку, Мангану і Кобальту, коровам 2-ї дослідної груп дефіцит вище вказаних мікроелементів покривали за рахунок їх сульфатних солей та Суплексу Se, коровам інших 3-х дослідних груп дефіцит у Цинку, Мангану і Кобальту покривали за рахунок різних доз їх змішанолігандних комплексів. Схема досліду приведена в табл. 1.

**Таблиця 1.** Схема науково-господарського досліду

Група	Голів	Досліджуваний фактор
I контрольна	10	Кормосуміш (КС) + селеніт натрію, сульфат купруму і іодит калію. В 1 кг СР знаходиться, мг: Цинку 32,4; Мангану 27,8; Кобальту 0,27; Селену 0,3; Купруму 12 і Іоду 1,1
II дослідна	10	КС + сульфати цинку, мангану, кобальту і купруму + Суплекс Se і іодит калію. В 1 кг СР знаходиться, мг: Цинку 76; Мангану 76; Кобальту 0,97; Купруму 12; Селену 0,3 і Іоду 1,1
III дослідна	10	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se і сульфат купруму та іодит калію. В 1 кг СР знаходиться, мг: Цинку 76; Мангану 76; Кобальту 0,97; Селену 0,3; Купруму 12 і Іоду 1,1
IV дослідна	10	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se і сульфат купруму та іодит калію. В 1 кг СР знаходиться, мг: Цинку 60,8; Мангану 60,8; Кобальту 0,78; Селену 0,3; Купруму 12 і Іоду 1,1
V дослідна	10	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se і сульфат купруму та іодит калію. В 1 кг СР знаходиться, мг: Цинку 49; Мангану 49; Кобальту 0,63; Селену 0,3; Купруму 12 і Іоду 1,1

Як видно із табл. 1, дефіцит мікроелементів Цинку, Мангану, Кобальту, який спостерігався у корів 1-ї контрольної групи, покривали коровам 2-ї дослідної групи за рахунок сульфатних їх солей. Крім того у раціони всіх дослідних корів вводили Суплекс Se у розрахунку 0,3 мг/кг СР.

Корови 3-ї дослідної групи отримували таку саму кількість Цинку, Мангану, Кобальту, як і корови 2-ї дослідної групи, але за рахунок їх змішанолігандних комплексів.

Стосовно корів 4-ї і 5-ї дослідних груп, то вони отримували, відповідно на 20 і 35% менше Цинку, Мангану і Кобальту ніж корови 3-ї дослідної групи.

Манган, як і інші мікроелементи, володіє деякою біологічною роллю в загальному обміні організму тварин. В організмі тварин Манган відіграє роль активатора ферментативних процесів, пов'язаних з обміном вуглеводів, білків і ліпідів, які сприяють утворенню еритроцитів, аскорбінової кислоти, вітаміну В<sub>12</sub> і відтворній функції корів.

## Результати та обговорення

Протягом зрівняльного періоду досліду різниця як в годівлі, так і в продуктивності піддослідних корів за групами була практично однаковою. В основний період досліду молочна продуктивність піддослідних корів залежала від збалансованості раціонів по Цинку, Мангану і Кобальту за рахунок їх сульфатів чи змішанолігандних комплексів та доз змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту (табл. 2).

Таблиця 2. Продуктивність дослідних корів за перші 100 днів лактації (M±m, n=10)

Показник	Група				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
Середньодобовий надій молока в підготовчий період, кг:					
Натуральної жирності	31,80±0,480	32,0±0,510	31,50±0,520	31,4±0,47	31,60±0,460
Вміст жиру в молоці, %	3,680±0,019	3,640±0,014	3,650±0,018	3,64±0,015	3,630±0,014
Середньодобовий надій молока за 80 днів досліджу, кг:					
Натуральної жирності	38,70±0,480	42,50±0,440	43,20±0,40	44,5±0,39	42,70±0,410
4 %-ої жирності	35,80±0,310	39,40±0,360 ***	40,30±0,390 ***	42,2±0,35** *	40,0±0,420* **
Вміст жиру в молоці, %	3,70±0,028	3,710±0,032	3,703±0,026	3,79±0,023	3,750±0,030
Вміст білка в молоці, %	3,05±0,025	3,06±0,023	3,070±0,028	3,09±0,028	3,060±0,024
Валовий надій молока на корову за 80 днів лактації, кг					
Натуральної жирності	3096,0±14,880	3400,0±15,6 20	3456,0±14,9 90	3560±13,68	3416,0±16,6 30
4 %-ої жирності	2864,0±13,880	3152,0±14,5 20	3224,0±12,9 90	3376±18,03	3200,0±15,4 0
У % до контролю					
Натуральної жирності	-	109,820	111,670	115,0	110,30
4 %-ої жирності	-	110,10	112,60	117,90	111,70

Середньодобові надой і жирність молока у підготовчий період досліджу в піддослідних корів істотно не відрізнялися. Проте у дослідний період відмічається суттєва різниця по середньодобових надоях як натурального так і 4-х % молока. Найкраще піддавались роздою в дослідний період корови 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп, у раціони яких вводили змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану і Кобальту в поєднанні з Суплексом Se і сульфатом купруму та іодитом калію. У результаті їх надой натурального молока переважали надой корів аналогів контрольної групи, раціони яких були дефіцитними по мікроелементам, за середньодобовими надоями, відповідно на 3,8; 4,5; 5,8 та 4,0 кг, або на 9,82; 11,63; 14,99 та 10,34% і ця різниця була достовірною. Тоді як середньодобові надой натурального молока у 2-й дослідній групі, де нестачу мікроелементів ліквідували за рахунок сульфатів цинку, мангану і кобальту перевищували середньодобові надой 1-ї контрольної групи на 3,8 кг або на 9,82%. У молоці дослідних корів відмічено також однозначне збільшення вмісту жиру на 0,01–0,09%.

Тому, перевага за середньодобовими надоями 4-х % молока була також вагомою в порівнянні з контрольною групою і склала в 2-й дослідній групі 3,6 кг (P < 0,001) або 10,06%, в 3-й дослідній групі – 4,5 кг (P < 0,001) або 12,56%, в 4-й дослідній групі – 6,4 кг (P < 0,001) або 17,88% і в 5-й дослідній групі – 4,2 кг (P < 0,001) або 11,73%.

Як показав аналіз отриманих в експерименті даних, від корів контрольної групи за 80 днів досліджу отримано 2864 кг молока 4-х % жирності, а 2-ї, 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп – відповідно, на 288; 360; 512 і 336 кг або 10,1; 12,5; 17,9 і 11,7% більше.

У молоці корів дослідних груп порівняно з контролем, хоча і не надто помітно, але однозначно зростає вміст білка (3,06–3,09 проти 3,05% у контролі).

Найкращі результати за молочною продуктивністю були отримані від корів 4-ї дослідної групи, які отримували кормосуміш з змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se і сульфат купруму та іодит калію і в 1 кг СР якої знаходиться Цинку 60,8 мг, Мангану 60,8 мг, Кобальту 0,78 мг, Селену 0,3 мг, Купруму 12 мг і Іоду 1,1 мг.

На 80 дні лактації було відібрано по 4 корови з кожної групи для проведення балансових дослідів. Середньодобовий надій молока натуральної жирності становив, кг: 1-а контрольна група – 40,1; 2-а дослідна – 47,5; 3-я дослідна – 49,4; 4-а дослідна – 52,4 і 5-а дослідна – 48,3.

В молоці знаходилось Мангану, відповідно по групам, мг/л: 0,52; 0,58; 0,62; 0,69 і 0,65. Незважаючи на різні рівні і сполуки введення Мангану в кормосуміші піддослідним коровам був забезпечений позитивний його баланс в організмі тварин (табл. 3).

Результати, приведені в табл. 2, наглядно відображають зміни руху Мангану в організмі піддослідних корів. Балансування раціоні по Цинку, Мангану, Кобальту і Купруму за рахунок сульфатних їх солей в поєднанні з Суплексом Se та іодитом калію для корів 2-ї дослідної групи, підвищило відкладання Мангану в їх організмі на 173,6 мг або на 34,8 % в порівнянні з коровами 1-ї контрольної групи раціони яких були дефіцитними по Цинку, Мангану і Кобальту. Із заміною неорганічних форм Цинку, Мангану, і Кобальту на органічні, в раціонах корів 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп, призвело до зростання його засвоєння. В організмі корів цих груп відклалося відповідно на, мг: 540,7; 531,5 і 394,5 порівняно з контролем і на, мг: 367,1; 357,9 і 220,9 більше в порівнянні з 2-ю дослідною групою. Відклалося Мангану менше у дослідних корів 4-ї і 5-ї груп, в раціонах яких було на 20 і 30 % менше чистого Цинку, Мангану і Кобальту на, мг: 9,2 і 146,2 в порівнянні з 3-ю дослідною групою.

Таблиця 3. Середньодобовий баланс Мангану, в середньому на 1 голову, мг ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ , n = 3)

Показники	Групи				
	контрольна	дослідні			
		1	2	3	4
Надійшло із кормами	864,70	878,20	883,60	890,30	879,80
Надійшло з преміксом	0	1335,60	1335,60	1068,50	868,10
Всього прийнято, мг	864,70	2213,80	2219,20	1958,80	1747,90
Виділено з калом, мг	343,40	1511,90	1146,0	888,60	820,50
Виділено з сечею, мг	1,76	2,05	3,210	3,820	2,79
Виділено з молоком, мг	20,80±1,78	27,50±2,58	30,60±2,92	36,20±3,34	31,40±2,94
Виділено всього, мг	366,0	1541,50	1179,80	928,60	854,70
Відкладено в тілі, мг	498,70±36,9	672,30±66,3	1039,4	1030,20±98,30	893,20±86,30**
	0	0**	0±99,40***	***	*
Відкладено в % до прийнятого	57,70	30,40	46,80	52,60	48,90

Примітка. \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$  порівняно з контрольною групою

Краще забезпечення раціонів корів дослідних груп Цинком, Манганом і Кобальтом дещо підвищило кількість Мангану в 1 кг молока. З молоком за добу у корів 1-ї контрольної групи виділялось 20,8 мг Мангану, а в 2-й, 3-й, 4-й і 5-й дослідних групах його виділялось, відповідно на 6,7; 9,8; 15,4 і 10,6 мг більше.

Підвищення виділення Мангану з сечею у корів дослідних груп свідчить про посилення мобілізації його на ті біохімічні процеси організму, в яких він виконує незамінну роль.

Проте з калом Мангану виділялось на багато менше у корів 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп в раціонах яких замінили сульфати цинку, мангану і кобальту на їх змішанолігандні комплекси. Виділення з калом було менше, в порівнянні з 2-ю дослідною групою, в корів 3-ї дослідної групи на 365,9 мг, 4-ї – на 623,3 мг і в 5-ї – на 691,4 мг.

Таким чином, найкраще підвищила обмін Мангану у організмі високопродуктивних корів перші 100 днів лактації, доза, як покривала дефіцит у Цинку, Мангану і Кобальту на 80 % до їх існуючих норм за рахунок їх органічних сполук.

Представлені результати досліджень узгоджуються з літературними даними іноземних авторів (Mahan, 1990); Nosek et al., 2006; Kinal et al., 2007; Griffiths et al., 2007; El Ashry et al., 2012), які також відмічають ріст молочної продуктивності корів при згодовуванні в якості мінеральних добавок хелатів мікроелементів Цинку, Мангану, Купруму та Кобальту. Так, El Ashry et al. (2012) виявили зростання середньодобових надойв молока у корів дослідної групи на 11,10 %, яким з основним раціоном згодовували хелати мікроелементів, порівняно з коровами контрольної групи, які отримували таку ж кількість мікроелементів у вигляді сірчаноокислих солей. Також (Griffiths et al., 2007) спостерігали підвищення вмісту та кількості молочного жиру і білку у тварин дослідної групи приблизно на 7%, порівняно з контролем.

## References

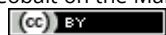
- Babik, N.P., Fedorovych, Ye.I. (2017). Influence of outbreeding and inbreeding on the productive longevity of dairy cows. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 19(79), 3–8. doi:[10.15421/nvvet7901](https://doi.org/10.15421/nvvet7901)
- El Ashry, G.M., Mohsen Hassan, A.A., Soliman, S.M. (2012). Effect of feeding a combination of zinc, manganese and copper methionine chelates of early lactation high producing dairy cow. Food and Nutrition Sciences, 3, 1084–1091. doi: [10.4236/fns.2012.38144](https://doi.org/10.4236/fns.2012.38144)
- Golova, N.V., Gultiaeva, O.V., Hudyma, V.Yu., Pakholkiv, N.I., Vudmaska, I.V., Petruk, A.P. (2017). Effect of dietary propylene glycol or anti-ketosis supplement on biochemical parameters of cows blood plasma. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 19(79), 22–26. doi:[10.15421/nvvet7905](https://doi.org/10.15421/nvvet7905)
- Griffiths, L.M., Loeffler, S.H., Socha, M.T. (2007). Effects of supplementing complexed zinc, manganese, copper and cobalt on lactation and reproductive performance of intensively grazed lactating dairy cattle on the South Island of New Zealand. Animal Feed Science and Technology, 137(1–2), 69–83. doi: [10.1016/j.anifeedsci.2006.10.006](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.10.006)
- Gutyj, B., Grymak, Y., Drach, M., Bilyk, O., Matsjuk, O., Magrelo, N., Zmiya, M., & Katsaraba, O. (2017). The impact of endogenous intoxication on biochemical indicators of blood of pregnant cows. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 8(3), 438–443. doi: [10.15421/021768](https://doi.org/10.15421/021768)
- Gutyj, B., Khariv, I., Binkevych, V., Binkevych, O., Levkivska, N., Levkivskyj, D., Vavrysevich, Y. (2017). Research on acute and chronic toxicity of the experimental drug Amprolinsyl. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 8(1), 41–45. doi: <http://dx.doi.org/10.15421/021708>
- Gutyj, B., Martyschuk, T., Bushueva, I., Semeniv, B., Parchenko, V., Kaplaushenko, A., Magrelo, N., Hirkovyy, A., Musiy, L., & Murska, S. (2017). Morphological and biochemical indicators of blood of rats poisoned by carbon tetrachloride and subject to action of liposomal preparation. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 8(2), 304–309. doi:[10.15421/021748](https://doi.org/10.15421/021748)
- Gutyj, B., Stybel, V., Darmohray, L., Lavryshyn, Y., Turko, I., Hachak, Y., Shcherbatyy, A., Bushueva, I., Parchenko, V., Kaplaushenko, A., Krushelnyska, O. (2017). Prooxidant-antioxidant balance in the organism of bulls (young cattle) after using cadmium load. Ukrainian Journal of Ecology, 7(4), 589–596. doi: [http://dx.doi.org/10.15421/2017\\_165](http://dx.doi.org/10.15421/2017_165)
- Harper, A.J., Zhou, M., Estienne, K. (2005). Growth performance and intestinal morphology responses to diet supplementation with spray-dried plasma protein and organic complex copper in weanling pigs housed under sanitary and sub-sanitary conditions. J. Anim. Sci, 83, 1302–1310. doi: [10.2527/jas.2006-434](https://doi.org/10.2527/jas.2006-434)

- Hellman, H., Carlson, M. (2003). Organic and Inorganic Sources of Trace Minerals for Swine Production. Feeding, University of Missouri-Columbia, 789–797.
- Hnoievyi, V.I. (2006). Hodivlia i vidtvorennia poholivia silskohospodarskykh tvaryn v Ukraini: monohrafiia Kh.: Mahda Ltd (in Ukrainian).
- Huberuk, V.O., Hutyi, B.V., Hufrii, D.F. (2015). Vplyv Ursovit-ADES ta selenitu natriiu na aktyvnist enzymiv hlutationovoi systemy antyoksydantnoho zakhystu orhanizmu bychkiv pry hostromu nitrarno-nitrytnomu toksykozi. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu, 1, 151–154 (in Ukrainian).
- Huberuk, V.O., Hutyi, B.V., Hufrii, D.F. (2015). Vplyv ursovit-ades ta selenitu natriiu na riven neenzymnoi systemy antyoksydantnoho zakhystu orhanizmu bychkiv za hostroho nitrarno-nitrytnoho toksykozu. Naukovi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. Gzhytskoho, 17, 1(1), 24–30 (in Ukrainian).
- Ibatullin, I.I., Holubiev, M.I. (2017). Effect of feeds containing different sources of manganese on certain carcass parameters of quail. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 19(79), 13–16. doi:[10.15421/nvlvet7903](https://doi.org/10.15421/nvlvet7903)
- Ivanova, N., Pohlebin, A. (2004). Vliianie vitaminno-mineral'nykh smesey na vosproizvoditel'nyu sposobnost' korov. Agrobiznes i pishhevaja promyshlennost', 5, 23 (in Russian).
- Kantor, O.N. (2007). Ispol'zovanie organicheskikh mineralov v racionah pticy. Materialy vostochno-evropejskoj shkoly pticevodstva. Legsington, Kentukki (SShA), 1–9 (in Russian).
- Khariv, M. I., & Gutyj, B. V. (2016). Influence of the liposomal preparation Butaintervite on protein synthesis function in the livers of rats under the influence of carbon tetrachloride poisoning. Visnyk of Dnipropetrovsk University, Biology, Medicine, 7(2), 123–126. doi: <http://dx.doi.org/10.15421/021622>
- Khariv, M., Gutyj, B., Butsyak, V., & Khariv, I. (2016). Hematological indices of rat organisms under conditions of oxidative stress and liposomal preparation action. Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University, 6(1), 276–289. doi: <http://dx.doi.org/10.15421/201615>
- Khariv, M., Gutyj, B., Ohorodnyk, N., Vishchur, O., Khariv, I., Solovodzinska, I., Mudrak, D., Grymak, C., Bodnar, P. (2017). Activity of the T- and B-system of the cell immunity of animals under conditions of oxidation stress and effects of the liposomal drug. Ukrainian Journal of Ecology, 7(4), 536–541
- Kinal, S., Korniewicz, D., Jamroz, D. (2007). The effectiveness of zinc, copper and manganese applied in organic forms in diets of high milk yielding cows. Journal of Food Agriculture & Environment, 5, 189–193. doi: [10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72344-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72344-X)
- Klitsenko, H.T., Kulyk, M.F., Kosenko, M.V. (2001). Mineralne zhyvlennia tvaryn. Kiyv. Svit (in Ukrainian).
- Kokorev, V.A., Gur'janov, A.M., Prytkov, Ju.N. (2004). Optimizacija mineral'nogo pitaniya sel'skohozjajstvennykh zhivotnykh. Zootehnika, 7, 12–16 (in Russian).
- Kulibaba, S.V., Dolgaya, M.M., Ionov, I.A. (2017). Effect of feeding chelate complexes of trace elements on the average daily balance of Cu, Zn and Mn in the organism of cows during the period of lactation. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 19(79), 58–61. doi:[10.15421/nvlvet7912](https://doi.org/10.15421/nvlvet7912)
- Kuznecov, S., Kuznecov, A. (2003). Mikrojelementy v kormlenii zhivotnykh. Zhivotnovodstvo Rossii, 3, 16–18 (in Russian).
- Levitskaya, L.G. (2017). The needs and characteristics of feeding dairy cows. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 19(79), 62–67. doi:[10.15421/nvlvet7913](https://doi.org/10.15421/nvlvet7913)
- Mahan, D.C. (1990). Mineral nutrition of the cow: a review. J. Anim. Sci, 68(2), 573–582.
- Martyschuk, T.V., Gutyj, B.V., Vishchur, O.I. (2016). Level of lipid peroxidation products in the blood of rats under the influence of oxidative stress and under the action of liposomal preparation of «Butaselmevit», Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University, 6 (2), 22–27. doi: <http://dx.doi.org/10.15421/201631>
- Muhina, N., Smirnova, A., Smirnov, A. (2007). Mineral'nye dobavki, regulirujushhie kislотно-shhelochnoe ravnovesie, v racionah korov. Kormlenie sel'skohozjajstvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo, 7, 41–42 (in Russian).
- Nocek, J.E., Socha, M.T., Tomlinson, D.J. (2006). The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle. Journal of Dairy Science, 89, 2679–2693. doi: [10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72344-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72344-X)
- Paujers, R. (2005). Pochemu organicheskie mineraly imejut luchshuju biodostupnost'? JEFFektivnye korma i kormlenie, 6(6), 23–26 (in Russian).
- Petrosjan, A.B. (2010). Priroda biodostupnosti mikrojelementov. Ptica i pticeprodukty, 1, 35–38 (in Russian).
- Richards, J.D., Zhao, J., Harrell, R.J., Atwell, C.A., Dibner, J.J. (2010). Trace mineral nutrition in poultry and swine. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 23, 1527–1534.
- Shcherbatyy, A. G., Slivinska, L. G., Gutyj, B. V., Golovakha, V. I., Pidubnyak, A. V., & Fedorovuch, V. L. (2017). The influence of a mineral-vitamin premix on the metabolism of pregnant horses with microelementosis. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 8(2), 293–398. doi:[10.15421/021746](https://doi.org/10.15421/021746)
- Shishova, L.I. (2013). Ispol'zovanie helatnykh mikrojelementov v premiksah dlja laktirujushchih korov. Kormoproizvodstvo, 6, 43–44 (in Russian).
- Sobolev, A., Gutyj, B., Grynevych, N., Bilkevych, V., & Mashkin, Y. (2017). Enrichment of meat products with selenium by its introduction to mixed feed compounds for birds. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 8(3), 417–422. doi: [10.15421/021764](https://doi.org/10.15421/021764)
- Vasil'eva, E.E. (2005). Zhiznenno vazhnye mikrojelementy, helatirovannye s aminokislottami i korotkimi peptidami. Pticevodstvo: problemy i reshenija, 123–127 (in Russian).

---

**Citation:**

Bomko, V., Kropyvka, Yu., Bomko, L., Chernyuk, S., Kropyvka, S., Gutyj, B. (2018). Effect of mixed ligand complexes of Zinc, Manganese, and Cobalt on the Manganese balance in high-yielding cows during first 100-days lactation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 420–425.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License