


original article | UDC 636.2.084.523/.087.72:612.015 | doi: 10.31210/visnyk2021.01.27


HIGH-YIELDING COWS PERFORMANCE AND ELEMENTS METABOLISM IN THE SECOND 100 DAYS OF LACTATION UNDER THE USING OF ZINC, MANGANESE AND COBALT MIXED LIGAND COMPLEXES


 Yu. G. Kropyvka^{1*}

 V. S. Bomko²

 S. P. Babenko²

 ORCID  [0000-0002-4654-0147](https://orcid.org/0000-0002-4654-0147)

 ORCID  [0000-0001-5558-6924](https://orcid.org/0000-0001-5558-6924)

 ORCID  [0000-0001-5131-4999](https://orcid.org/0000-0001-5131-4999)
¹ Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

² Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1, Soborna Square, 09117 Bila Tserkva, Ukraine

*Corresponding author

 E-mail: godivlya@ukr.net

How to Cite

Kropyvka, Yu. G., Bomko, V. S., & Babenko, S. P. (2021). High-yielding cow performance and elements metabolism in the second 100 days of lactation under the using of Zinc, Manganese and Cobalt mixed ligand complexes. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 217–225. doi: 10.31210/visnyk2021.01.27

The study results indicate that the doses of mixed ligand complexes of Zinc, Manganese and Cobalt with the using of Suplex Selenium, Cuprum Sulfate and Potassium Iodide in the second 100 days of lactation had a positive effect on milk productivity. The average daily milk yields in cows of the experimental groups were 1.85 kg higher in group 2, and in the experimental groups 3, 4 and 5 the yields were higher by 2.72, 4.32, 5.53 kg, or 6.38, 9.37, 14.89 and 19.06 %, respectively, and the difference was reliable. The results of Zinc, Manganese and Cobalt metabolism also confirm higher average daily yields in the study groups. Thus, deposition of Zinc in the cows of the experimental groups 3, 4 and 5 were respectively by 59.6, 47, and 49.3 mg higher as compared with the control; and in comparison with the experimental group 2, in the cows of groups 3, 4 and 5, Zink deposition was by 6.6, 19.2 and 36.1 mg lower, respectively. However, in cows of the experimental groups 4 and 5 (the diets of which contained by 11 % and 22 % less of pure Zinc, Manganese and Cobalt as compared with the experimental group 3) less Zink was deposited by 12.6 and 10.3 mg, respectively, in comparison with the experimental group 3. The highest percentage of digested Zinc from consumed was in cows of the experimental groups 3, 4, and 5 – 56.8, 65.6, and 78.6 %, respectively, while in the control group 1 it was 40.1 %, and in the experimental group 2 it made 44.8 %. Concerning manganese deposition in the animals of the experimental groups 3, 4 and 5 it was significantly lower than in the control and the experimental groups 2. Manganese assimilation in the group 3 made 40.2 %, in the groups 4 and 5 it made 41.2 and 39.3 % of the consumed amount, respectively, while in the group 1 it made 19.9 %, and 36 % in the group 2. In the animals, which consumed Cobalt in the form of mixed ligand complex (experimental groups 3, 4, 5), the trace element was assimilated by 52.5, 53.1, 60.1 %, respectively, whereas in the control group 1 – by 53.2 %, and in the experimental group 2 – by 50.4 %. The using of Zinc, Manganese and Cobalt mixed ligand complexes enhances milk productivity and reduces the need for these elements. The metabolism of Zinc, Manganese and Cobalt in the cows bodies is proven by the best results in the experimental group 5, in which 1 kg of dry matter in mixed feed contained 35 mg of Zinc, 35 mg of Manganese, 0.4 mg of Cobalt, 0.3 mg of Selenium, 10 mg of Cuprum, and 0.9 mg of Iodine.

Key words: sulfate salts of Cuprum, Cobalt, Manganese and Zinc trace elements; Suplex Selenium; Potassium Iodide; mixed ligand complexes of Zinc, Manganese, Cobalt; Zinc, Manganese and Cobalt balance.

ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ І ОБМІН ЦИНКУ, МАНГАНУ ТА КОБАЛЬТУ У ДРУГІ 100 ДНІВ ЛАКТАЦІЇ У РАЗІ ВИКОРИСТАННЯ ЇХ ЗМІШАНОЛІГАНДНИХ КОМПЛЕКСІВ

Ю. Г. Кропивка¹, В. С. Бомко², С. П. Бабенко²¹ Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна² Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Метою роботи було вивчення ефективності згодовування високопродуктивним коровам у другі 100 днів лактації різних рівнів та джерел Цинку, Мангану і Кобальту і з'ясування їхнього впливу на молочну продуктивність та обмін в організмі тварин. Результати проведених досліджень свідчать, що дози змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту з використанням Суплексу Селену і сульфату Купруму та йодиду Калію у другі 100 днів лактації позитивно вплинули на молочну продуктивність. Середньодобові удої натурального молока в корів дослідних груп були вищими у 2-й групі на 1,85 кг, а у 3-й, 4-й і 5-й групах – на 2,72 кг, 4,32, та 5,53 кг відповідно, або на 6,38 %, 9,37, 14,89 та 19,06 % і ця різниця була достовірною. Результати обміну Цинку, Мангану і Кобальту також підтверджують вищі середньодобові удої в дослідних групах. Так, в організмі корів 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп відклалося Цинку більше, відповідно на, мг: 59,60, 47, 49,30 порівняно з контролем, а порівняно з 2-ю дослідною групою в корів 3-ї, 4-ї і 5-ї груп відклалося Цинку менше на 6,60, 19,20 і 36,10 мг. Водночас у дослідних корів 4-ї і 5-ї груп (у раціонах яких було на 11 % і 22 % менше чистого Цинку, Мангану і Кобальту в порівнянні з 3-ю дослідною групою) відклалося Цинку менше на 12,60 і 10,30 мг відповідно порівняно з 3-ю дослідною групою. Найвищий відсоток засвоєного Цинку від спожитого є в корів 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп: 56,80, 65,60 і 78,60 % відповідно, тоді як у 1-й контрольній він склав 40,10 %, 2-й дослідній – 44,80 %. Що стосується Мангану, то у тварин 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп його виділилося значно менше, ніж у контрольній і 2-й дослідній групах. Засвоєння цього мікроелементу у 3-й групі склало 40,20 % в 4-й і 5-й групах 41,20 і 39,30 % від спожитого відповідно, тоді як у 1-й – 19,90 %, а у 2-й – 36 %. У тварин, що споживали Кобальт як змішанолігандний комплекс (3-я, 4-а, 5-а дослідні групи), він засвоївся на 52,50, 53,10, 60,10 % відповідно, тоді як у 1-й контрольній групі – на 53,20 %, а у 2-й дослідній групі – 50,40%. Використання змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту сприяє підвищенню молочної продуктивності та зменшує потребу в цих елементах. Обмін Цинку, Мангану і Кобальту в організмі корів підтверджують найкращі результати в 5-й дослідній групі, де в 1 кг СР кормосуміші містилося Цинку 35 мг, Мангану 35 мг, Кобальту 0,40 мг, Селену 0,30 мг, Купруму 10 мг і Йоду 0,90 мг.

Ключові слова: сульфатні солі мікроелементів Купруму, Кобальту, Мангану, Цинку, Суплекс Селену, йодид Калію, змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту, баланс Цинку, Мангану, Кобальту.

Вступ

Якісні корми та повноцінна збалансована годівля високопродуктивних корів є запорукою успішного і рентабельного ведення молочного скотарства.

Нині в кормах дуже часто не вистачає таких життєво-необхідних мікроелементів як Ферум, Купрум, Цинк, Манган, Кобальт, Йод, а останніми роками стали приділяти увагу Селену [18, 19, 20, 21, 22], які відносяться до біологічно активних речовин, що впливають на обмін білків, жирів і вуглеводів у організмі тварин. Вони як металокомпоненти є активаторами багатьох ферментів та гормонів. Крім того вони забезпечують нормальне функціонування імунної системи організму і впливають на відтворні функції тварин [1, 2, 4, 11, 12, 17, 18, 26].

Нестача Цинку в раціонах тварин негативно позначається на синтезі білка в організмі, в результаті чого пригнічується ріст, знижується плодючість самок і самців.

Дефіцит Мангану в раціоні молочних корів призводить до порушення процесів синтезу жирних кислот, деформації скелета в корів і новонароджених телят, до паралічів, стерильності тварин та абортів.

Нестача Кобальту в раціонах корів є однією з причин виникнення анемії, яка часто супроводжується порушеннями статевої функції та зниженням опірності організму до інфекцій [1, 2, 4, 11, 12, 26].

Оптимізація раціонів дійних і сухостійних корів із Селеном у комплексі з вітаміном Е активізує руменальне бродіння, підвищує перетравність поживних речовин кормів, покращує окисно-відновні процеси в організмі тварин, відтворну функцію, підсилює захисні реакції та ріст молодняка.

У дійних корів у разі дефіциту Цинку, Мангану, Кобальту і Селену в раціонах знижується перетрав-

ність поживних речовин, особливо грубих і соковитих кормів, через зниження інтенсивності ферментативних процесів у передшлунках, що зумовлюється зменшенням доступності енергії кормів та ефективності їх використання на тваринницьку продукцію і функцію відтворення [3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16].

Донедавна традиційними джерелами цих металів у годівлі сільськогосподарських тварин були мінеральні солі у вигляді сульфатних і хлоридних сполук. Однак метали із цих сполук у шлунково-кишковому тракті легко трансформуються в гідрооксисистеми з низькою біодоступністю, а також часто проявляють один до одного антоганістичну дію і негативно впливають на організм тварин. Тому навіть достатня кількість неорганічних солей Цинку, Мангану, Кобальту і Селену в раціоні може призвести до їхнього дефіциту, оскільки організм тварин адаптований до засвоєння органічних хелатних форм мінералів, які перебувають у структурі рослин. Низька засвоюваність мікроелементів із неорганічних сполук підвищує ризик забруднення навколишнього середовища, оскільки вони більшою мірою виділяються з організму, ніж всмоктуються. При цьому кристалізована вода, яка міститься в молекулах сульфатів, може руйнувати сам метал та вітаміни у преміксах [23, 29].

Зважаючи на це, краще в раціонах високопродуктивних корів використовувати хелати, які впливають на інтенсивність розвитку мікрофлори. У такий спосіб підвищується ефективність усього процесу перетравлення і ферментації кормів у травному тракті. Іншими словами, хелатні форми металів гарантують підвищення доступності корму для бактерій [3, 6, 7, 19, 21, 24, 27, 30, 33].

Мета статті. Вивчити ефективність згодовування високопродуктивним коровам у другі 100 днів лактації різних рівнів та джерел Цинку, Мангану і Кобальту, з'ясування їхнього впливу на молочну продуктивність та обмін в організмі корів.

Серед завдань досліджень:

- розв'язання проблеми мінерального живлення високопродуктивних корів через використання змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану, Кобальту в поєднанні із Суплексом Se, сульфатом Купруму і йодидом Калію у складі раціонів у другі 100 днів лактації;
- встановити оптимальні норми введення змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту до раціонів високопродуктивних корів у другі 100 днів лактації.

Матеріали і методи досліджень

Експериментальні дослідження проводили в ТДВ «Терезине» Білоцерківського району Київської області впродовж 2006–2017 років. Для досліду за принципом аналогів відібрали п'ять груп високопродуктивних корів голштинської, української червоно-рябої та української чорно-рябої молочних порід.

У підготовчий та дослідний періоди піддослідних корів годували за однаковими раціонами. У дослідний період коровам контрольної та дослідних груп до кормосуміші вводили різну кількість мікроелементів у складі преміксів згідно зі схемою досліду (табл. 1).

1. Схема науково-господарського досліду

Група	Голів	Досліджуваний фактор
I контрольна	9	КС +селеніт Натрію + сульфат Купруму та йодиду Калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку 65; Мангану 65; Кобальту 0,80; Селену 0,30; Купруму 10 і Йоду 0,90.
II дослідна	9	КС + сульфати Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Селену і сульфату Купруму та йодиду Калію. В1 кг СР міститься, мг: Цинку 50; Мангану 50; Кобальту 0,70; Селену 0,30; Купруму 10 і Йоду 0,90.
III дослідна	9	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Селену і сульфат Купруму та йодид Калію. В1 кг СР міститься, мг: Цинку 45; Мангану 45; Кобальту 0,60; Селену 0,30; Купруму 10 і Йоду 0,90.
IV дослідна	9	КС+змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту(на 11 % менше, ніж у 3-й групі) + Суплекс Селену і сульфату Купруму та йодид Калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку 40; Мангану 40; Кобальту 0,50; Селену 0,30; Купруму 10 і Йоду 0,90.
V дослідна	9	КС+змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту(на 22 % менше, ніж у 3-й групі) + Суплекс Селену і сульфат Купруму та йодид Калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку 35; Мангану 35; Кобальту 0,40; Селену 0,30; Купруму 10 і Йоду 0,90.

Як видно із даних таблиці 1, коровам контрольної групи згодовували премікс, у складі якого містились селеніт Натрію, сульфат Купруму та йодид Калію у разі дефіциту Цинку, Мангану і Кобальту.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Коровам 2-ї дослідної групи дефіцит Цинку, Мангану і Кобальту покривали за рахунок сульфатних їх солей. Крім того до раціонів усіх дослідних корів вводили Суплекс Селену, сульфат Купруму та йодид Калію.

Корови 3-ї дослідної групи отримували Цинк, Манган і Кобальт згідно з нормою за рахунок їх змішанолігандних комплексів.

Стосовно корів 4-ї і 5-ї дослідних груп, то їм також до кормосуміші додавали змішанолігандні комплекси цих мікроелементів у дозах, що містили на 11 та 22 % відповідно менше Цинку, Мангану і Кобальту, ніж корови 3-ї дослідної групи.

Упродовж дослідів облік молочної продуктивності проводили щоденно в кожній групі та індивідуально від кожної корови тричі на місяць, під час контрольних надоїв. Відбір проб молока та підготовку їх до аналізу проводили згідно з ГОСТ 13928–84 [26]. Органолептичні показники молока (колір, запах, смак) визначали згідно з ДСТУ 3662–97 [15], вміст жиру в молоці – згідно з ГОСТом 5867–90 [14], вміст білка в молоці – згідно з ГОСТом 25179–98 [13].

Переважно в експериментальних пробах молока вміст жиру, загального білка визначали на приладі «Екомілк КАМ–98.2А».

Середньодобовий баланс Цинку, Мангану, Кобальту визначали за їх різницею між спожитими з кормами та виділеними з організму.

Результати дослідів біометрично обробляли з використанням комп'ютерних програм. При цьому визначали такі показники: середню арифметичну – «М», похибку середньої арифметичної – «m», та значущість різниці – «Р» за Н. А. Плехінським [25].

Результати досліджень та їх обговорення

Упродовж підготовчого періоду дослідів різниця як у годівлі, так і у продуктивності піддослідних корів за групами була практично однаковою. В основний період дослідів, незважаючи на відсутність відмінностей в енергетичній, протеїновій, вуглеводній і жировій поживності раціонів, молочно продуктивність корів дослідних і контрольної груп була різною і залежала від збалансованості раціонів за вмістом Цинку, Мангану і Кобальту, про що свідчать дані таблиці 2.

2. Продуктивність дослідних корів за другі 100 днів лактації (M±m, n=9)

Показник	Група тварин				
	контрольна 1	дослідна			
		2	3	4	5
Середньодобовий надій молока в підготовчий період, кг:					
Натуральної жирності	31,3±0,48	31,9±0,51	31,5±0,52	31,4±0,47	31,6±0,46
Вміст жиру в молоці, %	3,68±0,02	3,64±0,01	3,65±0,02	3,64±0,02	3,63±0,01
Середньодобовий надій молока за другі 100 днів дослідів, кг:					
Надій молока на 1 корову, кг	3120	3302	3395	3556	3685
± до контролю, кг	–	+182	+275	+436	+565
% до контролю	100	105,83	108,81	113,97	118,11
Середньодобовий удій натурального молока, кг	31,20	33,02	33,95	35,56	36,85
± до контролю, кг	–	+1,82	+2,75	+4,36	+5,65
Вміст жиру в молоці, %	3,72±0,03	3,74±0,04	3,74±0,03	3,75±0,03	3,75±0,04
Середньодобовий удій молока 4 % жирності, кг	29,02±0,35	30,87±0,49	31,74±0,30**	33,34±0,36***	34,55±0,36***
± до контролю, кг	–	+1,85	+2,72	+4,32	+5,53
% до контролю	100	106,38	109,37	114,89	119,06
Вміст білка в молоці, %	3,31±0,03	3,32±0,05	3,33±0,03	3,33±0,05	3,34±0,04
Витрати кормів на 1 корову за 100 днів лактації, МДж ОЕ	24200	25560	26240	26920	27340
Витрати кормів на 1 кг молока, МДж обмінної енергії	7,75	7,74	7,73	7,57	7,42
% до контролю	100	99,87	99,74	97,68	95,74

Примітки:** – P<0,01; *** – P<0,001 порівняно з 1 групою.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Якщо від кожної корови контрольної групи за другі 100 днів лактації надоемо 3120 кг натурального молока, то від корів 2–5 дослідних груп на 182–565 кг більше. Різниця в середньодобових удоях складала 1,82–5,65 кг. У молоці дослідних корів відмічено також однозначне збільшення вмісту жиру на 0,01–0,02 %. Якщо перевести середньодобовий надій натурального молока в молоко 4 % жирності, то різниця за цим показником між коровами 2 дослідної групи і їх аналогами з контрольної групи складає 1,85 кг, або 6,38 % ($P < 0,01$), 3 дослідної – 2,72 кг, або 9,37 % ($P < 0,001$), 4 дослідної – 4,32 кг, або 14,89 % ($P < 0,001$) і 5 дослідної групи і контролем – 5,53 кг, або 19,06 % ($P < 0,001$).

У молоці корів дослідних груп порівняно з контрольною хоча і не суттєво, але зріс вміст білка (3,32–3,34 % проти 3,31 % у контролі).

Оскільки раціони корів усіх піддослідних груп за поживністю були практично однаковими, а надой різними, це обумовило різницю у витратах кормів на 1 кг молока. При цьому корови дослідних груп на молоко витрачали обмінної енергії на 0,13–4,26 % менше, ніж контрольної групи.

Для визначення оптимальної норми введення змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту в поєднанні із Суплексом Селену, сульфатом Купруму і йодидом Калію в раціонах високопродуктивних корів у другі 100 днів лактації ми вивчили баланс Цинку, Мангану і Кобальту.

Баланс Цинку в організмі високопродуктивних корів наведено в таблиці 3.

3. Середньодобовий баланс Цинку у піддослідних корів ($n=3$; $M \pm m$), мг/гол.

Показник	Групи тварин				
	контрольна 1	дослідні			
		2	3	4	5
Спожито з кормами	1485,40	1498,80	1176,20	1008,20	848,70
Виділено: з калом	830,40	769,60	453,30	298,70	146,80
з сечею	58,90	58,20	54,60	48,30	34,50
з молоком	109,50	118,20	122,10	127,60	131,50
Всього	998,80	946	630	474,60	312,80
Відкладено в організмі	486,60 \pm 8,14	552,80 \pm 11,30 ***	546,20 \pm 10,50 ***	533,60 \pm 8,70 ***	535,90 \pm 10,20 ***
у % до спожитого	32,80	36,90	46,40	52,90	63,10
Засвоєно всього:	596,10	671	668,30	661,20	667,40
у % до спожитого	40,10	44,80	56,80	65,60	78,60

Примітка: *** – $P < 0,001$ порівняно з 1 групою.

З цієї таблиці видно, що різні дози Цинку в кормосуміші не однаково вплинули на засвоєння його організмом піддослідних корів. Найкраще використовувався Цинк у дослідних групах. В організмі корів 2-ї дослідної групи його щодоби відкладалося 552,80 мг або 36,90 % від спожитої кількості. У тварин 3-ї дослідної групи відкладалося Цинку 546 мг (46,40 %) проти 486,40 мг у корів 1-ї контрольної групи, або на 12,30 % більше. Проте з аналогами 2-ї дослідної групи кількість відкладеного Цинку в цій групі є більшою на 9,50 % ($P < 0,001$). У тварин 4-ї дослідної групи воно було ще більшим – 52,90 % від спожитої кількості, хоча його надходження з 1 кг СР кормосуміші становило 40 мг. У тварин 5-ї дослідної групи, де концентрація Цинку була 35 мг в 1 кг СР кормосуміші, відкладання його в організмі було максимальним – 63,10 % від спожитої кількості.

Щодо засвоєння Цинку в організмі, то за абсолютним значенням воно було найнижчим у корів 1-ї контрольної групи – 596,10 мг проти 661,2–671 мг у тварин дослідних груп. Проте, що стосується засвоєння Цинку відносно спожитої кількості, то воно було найвищим у корів 5-ї дослідної групи – 78,60 %. Концентрація Цинку в 1 кг СР кормосуміші 50 мг забезпечило найвище його засвоєння 671 мг, проти 661,20–668,30 в інших дослідних групах, але відносно його відкладання від спожитого склало 44,80 % проти 56,80–78,60 у 3-й, 4-й та 5-й дослідних групах. Зменшення дози Цинку в 1 кг СР кормосуміші на 5 і 10 мг зменшило виділення Цинку з калом і сечею, що значно знижує забруднення навколишнього середовища важкими металами.

Стосовно виділень Цинку з молоком, то тут спостерігалася така картина. У корів контрольної групи, незважаючи на позитивний баланс, з молоком щодоби виділялося 109,50 мг Цинку (концентрація в 1 кг СР 65 мг). Концентрація Цинку в раціоні корів 2-ї дослідної групи в 1 кг СР 50 мг зумовила збільшення кількості виділеного з молоком Цинку до 118,20 мг, що більше, ніж у контрольній групі, на 8,50 мг, або 7,90 %. У середньодобовому удої молока корів 3-ї дослідної групи вміст Цинку склав 122,10 мг, що більше порівняно з контролем на 12,60 мг або 11,50 %. У середньодобовому удої молока корів 4-ї дослідної групи вміст Цинку склав 127,60 мг, що більше порівняно з контролем на

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

18,10 мг, або 16,50 %, хоча концентрація Цинку в раціоні становила 40 мг. І, нарешті, в молоці корів 5-ї дослідної групи щодоби виділялося 131,50 мг Цинку, що перевищувало контроль на 22,0 мг, або 20,10 %. Наведені дані свідчать про те, що незважаючи на зниження концентрації Цинку в 1 кг СР раціону, через використання змішанолігандного комплексу відбувається адекватне підвищення його вмісту в молоці корів.

Середньодобовий баланс Мангану наведено в таблиці 4.

4. Середньодобовий баланс Мангану у піддослідних корів ($n=3$; $M\pm m$), мг/гол.

Показник	Групи				
	контрольна	дослідні			
	1	2	3	4	5
Спожито з кормами	1404	1151	1076	1002	892
Виділено: з калом	922,30	734,50	641,40	587,70	538,20
з сечею	2,25	2,20	2,01	1,92	1,98
з молоком	20,40±1,09	20,50±1,11	20,10±1,15	20,70±1,03	20,80±1,07
Всього	945	757,20	663,50	610,30	561
Відкладено в організмі	459	393,80	412,50	391,70	331
у % до спожитого	32,70	34,20	38,30	39,10	37,10
Засвоєно всього:	279,40	414,30	432,60	412,40	351,80
у % до спожитого	19,90	36	40,20	41,20	39,30

З таблиці 4 видно, що введення до раціонів дослідних корів різних доз органічної форми Мангану позитивно вплинуло на його баланс в їхньому організмі. Виділення Мангану з калом у дослідних групах коливалось від 538,20 мг – у 5-й дослідній групі до 734,50 мг – у 2-й дослідній групі, тоді як у контрольній групі його виділилося 922,30 мг. Виділення Мангану із сечею найменшим було у 5-й дослідній групі і становило 1,98 мг проти 2,25 – в у 1-й контрольній групі.

Суттєвого впливу різні дози Мангану органічної форми не показали на вміст його в молоці. Спостерігалась тенденція збільшення Мангану в молоці 2-ї, 4-ї і 5-ї групи порівняно з контролем, а у 3-ї дослідній групі навпаки – незначне його зниження. Відкладлося Мангану в організмі тварин 1-ї контрольної групи 459 мг. Тоді як у дослідних групах відкладання було нижчим на 10,10–27,90 %. Відсоток засвоєного Мангану до спожитого становив: у 1-й контрольній групі – 19,90 %; у 2-й дослідній групі – 36; у 3-й дослідній групі – 40,20; у 4-й дослідній групі – 41,20 та 5-й дослідній групі – 39,40 %.

Використання органічної форми Кобальту також позитивно вплинуло на його середньодобовий баланс в організмі високопродуктивних корів (табл. 5).

5. Середньодобовий баланс Кобальту у піддослідних корів ($n=3$; $M\pm m$), мг/гол.

Показник	Групи				
	контрольна	дослідні			
	1	2	3	4	5
Спожито з кормами	17,30	16,10	14,30	12,50	10,20
Виділено: з калом	7,93	7,84	6,67	5,74	3,96
з сечею	0,17	0,14	0,13	0,12	0,11
з молоком	0,06±0,02	0,06±0,02	0,06±0,02	0,06±0,01	0,06±0,01
Всього	8,15	8,04	6,86	5,92	4,13
Відкладено в організмі	9,15±0,15	8,06±0,15	7,44±0,14	6,58±0,12	6,07±0,13
у % до спожитого	52,90	50,10	52,00	52,60	59,50
Засвоєно всього:	9,21	8,12	7,50	6,64	6,13
у % до спожитого	53,20	50,40	52,50	53,10	60,10

Із даних таблиці 5 видно, що до організму піддослідних тварин надходило Кобальту від 10,20 мг у 5-й дослідній групі до 17,30 мг – у 1-й контрольній групі. При його концентрації в 1 кг СР кормосуміші 0,80 мг у 1-й контрольній групі, 0,70 мг – у 2-й дослідній групі, 0,60 мг – у 3-й дослідній групі, 0,50 мг – у 4-й дослідній групі і 0,40 мг – у 5-й дослідній групі. Такі концентрації Кобальту призвели до різного виділення його з калом та сечею. Чим більше надходило Кобальту в організм тварин з кормами, тим більше його виділялося з калом та сечею. Коливання виділеного Кобальту з калом становило від 3,96 до 7,93 мг, а із сечею від 0,11 до 0,17 мг. З молоком як у корів контрольної, так і дослідних груп практично виділялась однакова кількість Кобальту від 0,06 мг – у 1-й контрольній групі до

0,06 мг – у 3-й та 4-й дослідних групах. Відкладання Кобальту в організмі тварин було найбільшим у 1-й контрольній групі і у міру зниження його рівня в раціонах дослідних груп, знижувалось і його відкладання в організмі.

Балансування раціонів зі вмістом Кобальту через використання змішанолігандного комплексу призвело до високого рівня його засвоєння організмом. Засвоєння Кобальту від спожитого в 1-й контрольній групі складає 53,20 %, у 2-й дослідній групі – 50,40; у 3-й дослідній групі – 52,50; у 4-й дослідній групі – 53,10 і у 5-й дослідній групі – 60,10 %.

Повноцінна збалансована годівля високопродуктивних корів та якісні корми є запорукою успішного і рентабельного молочного скотарства.

Як стверджують дослідники [18, 19, 20, 21, 22], у кормах дуже часто не вистачає Феруму, Купруму, Цинку, Мангану, Кобальту, Йоду, а останніми роками і Селену, які відносяться до біологічно активних речовин, що впливають на обмінні процеси у тваринному організмі.

За даними авторів [1, 2, 4, 11, 12, 17, 18, 26] такі мікроелементи, як Цинк, Манган і Кобальт є структурними компонентами багатьох ферментів, вони беруть участь у метаболізмі нуклеїнових кислот, вуглеводів, білків і жирів, а також необхідні для роботи імунної системи, входять до складу багатьох гормонів впливають на стан шкірного покриву, щільність копитного рогу, сперматогенез, процеси молокоутворення, беруть участь у енергетичному обміні, клітинному диханні, підтримують антиоксидантний статус; регулюють активність розщеплення і всмоктування поживних речовин.

У разі дефіциту цих мікроелементів [1, 2, 4, 11, 12, 26] у раціонах молочних корів порушуються обмінні процеси, що спричиняють деформації скелету та паралічі в новонароджених телят. Через їх нестачу в кормах знижується здатність до відтворення, що проявляється низькою запліднюваністю, абортми, можливим розсмоктуванням плоду та частими гінекологічними захворюваннями, погіршується засвоєння вітамінів групи В, що негативно впливає на молочну продуктивність та вміст жиру в молоці.

Автори [3, 5, 7–9, 23, 27, 28] стверджують, що надходження мікроелементів до тваринного організму як сульфатних і хлоридних сполук, які у шлунково-кишковому каналі легко трансформуються в гідроксисистеми, що мають низьку біодоступність, призводить до їх дефіциту у тваринному організмі. До того ж мікроелементи у складі комбікормів у формі мінеральних солей мають антагоністичні відносини один з одним. Низька засвоюваність мікроелементів із неорганічних сполук підвищує ризик забруднення навколишнього середовища, оскільки вони більшою мірою виділяються з організму, ніж всмоктуються.

Дослідники [3, 4, 6, 11, 12, 19, 27–34] довели, що органічні форми мікроелементів мають позитивну дію на тваринний організм. Кращі результати отримують у разі використання комплексних сполук металів з амінокислотами або органічними кислотами (лігандами). В такій формі вони легко адсорбуються у кров'яне русло та проникають через мембрану клітин у місця їх локалізації. Використання хелатних комплексів у годівлі тварин позитивно впливає на підвищення продуктивності, крім того, вони є більш перспективними з екологічного погляду.

Висновки

1. Згодовування високопродуктивним коровам Цинку, Мангану і Кобальту у складі змішанолігандних комплексів сприяє підвищенню молочної продуктивності та жирності молока, зменшує потребу в цих елементах та значно зменшує їх виділення в навколишнє середовище.

2. Максимальні показники біогенних елементів, що вивчалися, виявилися в корів 5-ї дослідної групи, годівля яких здійснювалася кормосумішками, де в 1 кг СР містилося Цинку 35 мг, Мангану – 35 мг, Кобальту – 0,40 мг, Селену – 0,30 мг, Купруму – 10 мг і Йоду – 0,90 мг. Краща засвоюваність мікроелементів очевидно, була одним із основних факторів, які зумовили суттєву різницю в молочній продуктивності між коровами 5-ї дослідної та контрольної групи.

Перспективи подальших досліджень. Вважаємо, що в подальшому доцільно дослідити вплив змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту у складі раціонів високопродуктивних корів в останній період лактації на їх продуктивність та обмінні процеси.

References

1. Abolinysh, A. F. (1990). Vliyanie razlichnyh istochnikov medi i cinka na koncentraciju medi i funkciju vosproizvodstva u laktirujushhih korov. *Bjuletен' Biologicheskіe Osnovy Vysokoj Produktivnosti Sel'skohozjajstvennyh Zhivotnyh*, 1, 45–47 [In Russian].
2. Berzin', N. I. (1990). Reguljacija vsasyvanija cinka v tonkoj kishke. *Bjuletен' Biologicheskіe osnovy*

Vysokoj Produktivnosti Sel'skohozejstvennyh Zhivotnyh, 1, 67–68 [In Russian].

3. Bokova, T. P. (2008). Ispolzovanie biologicheski aktivnyh dobavok v racione zhivotnyh. *Kormlenie Sel'skohozejstvennyh Zhivotnyh i Kormoproizvodstvo*, 9, 9–10 [In Russian].

4. Bomko, V. S., Danylenko, V. P., & Povochnikov, M. G. (2016). Pokazyky vidtvornoj zdatnosti vysokoproduktyvnyh koriv za riznyh rivniv cynku u racionah. *Visnyk Agrarnoi Nauky Prychornomorja*, 2 (89), 1, 35–43 [In Ukrainian].

5. Bomko, V. S., & Danylenko, V. P. (2015). Rezultaty doslidzhen vmistu cynku, kuprumu, manganu, kobaltu, jodu i seleny v kormah zonu Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Sum'skogo Nacionalnogo Agrarnogo Universytetu*, 6 (28), 87–90 [In Ukrainian].

6. Bomko, V. S. (1997). Himichnyj sklad, peretravnist i pozhyvnyj povnoracionnyh kormosumishej. *Visnyk Bilocerkiivs'kogo Derzhavnogo Agrarnogo Universytetu*, 3 (1), 113–115 [In Ukrainian].

7. Bomko, V. S., Povochnikov, M. G., & Danilenko, V. P. (2016). Jeffektivnost ispolzovanija premiksov na osnove metalohelatov v kormlenii golshtinskih korov datskogo proishozhdenija v pervye 100 dnei laktacii. *Tavrisheskij Nauchnyj Obozrevatel*, 5 (10 (2)), 129–136 [In Russian].

8. Vasileva, E. E., Davatjan, D. A., & Papazjan, T. T. (2005). Zhiznenno vazhnye mikrojelementy, helatirovannye s aminokislotami i korotkimi peptidami. In: *Pticevodstvo: problemy i reshenija*. (123–127). Moskva: Olltek [In Russian].

9. Viktorov, P. (2007). Mikrojelementy v racione. *Zhivotnovodstvo*, 3, 27–30 [In Russian].

10. Vojnar, A. O. (1953). *Biologicheskaja rol mikrojelementov v organizme zhivotnyh i cheloveka*. Moskva: Sovetskaja nauka [In Russian].

11. Vojnar, A. O. (1956). Fiziologicheskaja rol mikrojelementov v organizme zhivotnyh i cheloveka i zadachi issledovanij v jetom napravlenie. In: *Mikrojelementy v sel'skom hozjajstve i medicine*. (499–508). Riga: Zinatne [In Russian].

12. Vorobel, M. I., & Pivtorak, Ja. I. (2011). Znachennja mikroelementiv u zhyttjedijalnosti tvaryn. *Naukovyj Visnyk Lviv'skogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhyckogo*, 13 (4 (50)), 54–60 [In Ukrainian].

13. Ivanova, V. L. (Red.). (2000). GOST 25179–90 Moloko. Metody opredeleniya belka. – Vzamen GOST 23453–79; Vveden 01.01.91. In: *Moloko ta molochni produkty. Normatyvni dokumenty: [Dovidnyk]*. Tom 2. (229–233). Lviv: NITs «Leonorm» [In Russian, In Ukrainian].

14. Ivanova, V. L. (Red.). (2000). GOST 5867–90 Moloko i molochnye produkty. Metod opredelenija zhira. [Vzamen GOST 5867–69, GOST 5822–82 v chasti p. 2.2; Vveden 01.07.91]. In: *Moloko ta molochni produkty. Normatyvni dokumenty: [Dovidnyk]*. Tom 2. (100–107). Lviv: NITs «Leonorm» [In Russian, In Ukrainian].

15. *GOST 9225–84. Moloko i molochnye produkty. Metody mikrobiologicheskogo analiza. Dejstviten ot 1986-07-01*. (1984). Moskva [In Russian].

16. Gnojevyj, V. I. (2006). *Godivlja i vidtvorennja pogolivja sil'skogospodarskyh tvaryn v Ukraini: monografija*. Harkiv: Magda LtD [In Ukrainian].

17. Ivanova, N., & Pohlebin, A. (2004). Vlijanie vitaminno-mineralnyh smesej na vosproizvoditelnuju sposobnost korov. *Agrobiznes i Pishhevaja Promyshlennost*, 5, 23 [In Russian].

18. Kantor, O. N. (2007). Ispolzovanie organicheskikh mineralov v racionah pticy. *Materialy vostochno-evropejskoj shkoly pticevodstva*. Legsington, Kentukki (USA) [In Russian].

19. Kokorev, V. A., Gurjanov, A. M., & Prytkov, Ju. N. (2004). Optimizacija mineralnogo pitanija sel'skohozejstvennyh zhivotnyh. *Zootehnika*, 7, 12–16 [In Russian].

20. Kuznecov, S., & Kuznecov, A. (2003). Mikrojelementy v kormlenii zhivotnyh. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 3, 16–18 [In Russian].

21. Klicenko, G. T., Kulik, M. F., & Kosenko, M. V. (2001). *Mineralne zhivlennja tvarin*. Kyiv: Svit [In Russian].

22. Muhina, N., Smirnova, A., & Smirnov, A. (2007). Mineralnye dobavki, regulirujushhie kislотно-shhelochnoe ravnovesie, v racionah korov. *Kormlenie Sel'skohozejstvennyh Zhivotnyh i Kormoproizvodstvo*, 7, 41–42. [In Russian].

23. Paujers, R. (2005). Pochemu organicheskie mineraly imejut luchshuju biodostupnost'? *Jeffektivnye Korma i Kormlenie*, 6 (6), 23–26 [In Russian].

24. Petrosjan, A. B. (2010). Priroda biodostupnosti mikrojelementov. *Ptica i Pticeprodukty*, 1, 35–38 [In Russian].

25. Plohinskij, N. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. Moskva: Kolos [In Russian].

26. *GOST 13928–84. Pravila priemki, metody otbora prob i podgotovka ih k analizu*. Dejstviten ot

1986-01-01 (1986). Moskva [In Russian].

27. Zaharenko, M., Shevchenko, L., & Myhalska, V. (2004). Rol mikroelementiv u zhyttjedijalnosti tvaryn. *Veterynarna medycyna Ukrainy*, 2, 13–16 [In Ukrainian].

28. Sadovnikova, N. Ju. (2006). Organicheskie mikrojelementy i zdorov'e molochного stadae. *Molochnoe i Mjasnoe Skotovodstvo*, 2, 20–22 [In Russian].

29. Fisinin, V., & Suraj, P. (2008). Prirodnye mineraly v kormlenii zhyvotnyh i pticy. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 8, 66–68 [In Russian].

30. Fisinin, V., Suraj, P. (2008). Prirodnye mineraly v kormlenii zhyvotnyh i pticy. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 9, 62–63 [In Russian].

31. Shishova, L. I. (2013). Ispolzovanie helatnyh mikrojelementov v premiksah dlja laktirujushhih korov. *Kormoproizvodstvo*, 6, 43–44 [In Russian].

32. Zhao, J., Harper, A. F., Estienne, M. J., Webb, K. E., McElroy, A. P., & Denbow, D. M. (2007). Growth performance and intestinal morphology responses in early weaned pigs to supplementation of antibiotic-free diets with an organic copper complex and spray-dried plasma protein in sanitary and nonsanitary environments1. *Journal of Animal Science*, 85 (5), 1302–1310. doi: 10.2527/jas.2006-434

33. Hashimoto A. (1999). Mineral chelates, salts and colloids. *Journal of Nuts*, 980–985.

34. Hellman, H., & Carlson, M. (2003). *Organic and Inorganic Sources of Trace Minerals for Swine Production*. Columbia: Feeding, Universite of Missouri-Columbia.

Стаття надійшла до редакції 18.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кропивка Ю. Г., Бомко В. С., Бабенко С. П. Продуктивність корів і обмін цинку, мангану та кобальту у другі 100 днів лактації у разі використання їх змішаноолігандних комплексів. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 217–225.

© Кропивка Юрій Григорович, Бомко Віталій Семенович, Бабенко Сергій Петрович, 2021