

УДК 577.17.849

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА У СИММЕНТАЛЬСКИХ КОРОВ, РАЗВОДИМЫХ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НИЗКОГО УРОВНЯ SE, I И CO В СРЕДЕ И КОРМАХ НИЖНЕЙ ВОЛГИ

Воробьев В.И., Воробьев Д.В.

*ГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет»,
Астрахань, e-mail: e.n.sherbakova@mail.ru*

В статье детально рассмотрены вопросы обмена микроэлементами, изучаемого с помощью балансовых опытов. Установлено, что симментальские коровы австрийской селекции, завезенные в Астраханскую область, испытывают оксидативный стресс за счет постоянно действующих биогеохимических факторов низкого уровня в среде и кормах животных региона Нижней Волги йода, селена и кобальта в организме, особенно в стойловый период, и вызывает синдром скрытого комбинированного гипомикроэлементоза, что бесспорно, служит одним из факторов изменения уровня процессов перекисного окисления, снижения параметров антиоксидантной системы и, как следствие, снижение функций продуктивности коров. Добавление недостающих микроэлементов корректирует обменные процессы коров. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-01292 а.

Ключевые слова: микроэлементы, минеральный обмен, патологии, коровы, гипомикроэлементозы

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF A MINERAL EXCHANGE AT THE SIMMENTALSKY COWS DIVORCED IN ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE LOW SE, I AND CO LEVEL IN THE ENVIRONMENT AND STERNS OF THE LOW VOLGA

Vorobev V.I., Vorobev D.V.

Astrakhan state university, Astrakhan, e-mail: e.n.sherbakova@mail.ru

In the article questions of an exchange of the microelements studied by means of balance experiences are in details considered. It is established that simmentalsky cows of the Austrian selection delivered to the Astrakhan region, have an oksidativny stress at the expense of constantly operating biogeochemical factors of low level in the environment and sterns of animals of the region of the Bottom Volga of iodine, selenium and cobalt in an organism, especially during the stall period, and causes a syndrome hidden combined gipomicroelementoz that and as a result decrease in functions of efficiency of cows undoubtedly serves one of factors of change of level of processes of perekisny oxidation, decrease in parameters of antioxidant system. Addition of missing microelements is made by correction in exchange processes of cows. The reported study was partially supported by RFBR, research project No. 14-08-01292 a.

Keywords: microelements, metabolism, pathologies, cows, gipomicroelementoz

Для выяснения потребности завезенных в регион Нижней Волги симментальских коров австрийской селекции в жизненно важных микроэлементах и определения дозировок их применения нами проведены балансовые опыты на животных – аналогах в зависимости от физиологического состояния и сезонов года [1, 2, 5, 6, 7, 8].

Первый (предварительный) балансовый опыт проведен с целью выяснения потребности животных в микроэлементах в конкретных биогеохимических условиях Астраханской области (табл. 1) для выяснения скрытых гипомикроэлементозов и выбора недостающих организму элементов и определения дозировок их применения.

Баланс кобальта у всех животных был отрицательный. Что явилось одним из факторов необходимости дополнительного внесения кобальта в корма рационов опытных групп в последующих опытах. При этом у коров наблюдались некоторые индивидуальные колебания. Выделение ко-

бальта шло, в обеих группах с калом и небольшое количество – с молоком. В моче и в питьевой воде кобальт был в следовых количествах.

Изучая обмен кобальта, мы параллельно исследовали у тех же коров обмен селена, на фоне хозяйственного рациона, с целью решения вопроса о необходимости дополнительного введения его в рацион.

В среднем из организма коров I группы выделялось – 17,06 мг селена на голову в сутки, а во II – 17,37 мг. Выделение селена, как и кобальта, из организма шло в основном с калом и молоком. Следует отметить, что с мочой коров в этом опыте выделялись практически следовые количества селена. Баланс селена в организме был отрицательным у всех животных и протекал практически на одном уровне.

Баланс йода в организме коров обеих групп был также отрицательным. Животные теряли 0,25–0,71 мг йода из организма в стойловый период. Учитывая низкий

уровень кобальта, селена и йода в основных компонентах (почва, вода, растения, корма животных) экосистем Нижней Волги, отрицательные балансы кобальта, селена и йода в организме стельных коров, физиологи-

ческую роль этих элементов и явные признаки скрытого гипомикроэлементоза, мы сочли необходимым обогатить кормов коров селеном, кобальтом и йодом, что и было сделано в последующем балансовом опыте.

Таблица 1

Баланс микроэлементов в I предварительном опыте (коровы 4–5 месяцев стельности и в 5–6 месяцев лактации), в мг, $n = 20$

| Элементы | Получено животными с кормами | Выведено животными из организма | | | | Утилизировано животными (баланс ±) | Утилизировано в % к поступившему |
|----------|------------------------------|---------------------------------|------|--------|--------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | кал | моча | молоко | всево | | |
| Кобальт | 17,41 ± 0,9 | 21,91 | сл. | 0,49 | 22,4 | -4,99 | -28,56 ± 1,4 |
| | 17,95 ± 0,8 | 24,20 | – | 0,30 | 24,50 | -6,55 | -36,49 ± 1,2 |
| Селен | 16,20 ± 1,2 | 17,05 | сл. | 0,01 | 17,06 | -1,41 | -8,70 ± 0,2 |
| | 16,58 ± 1,7 | 17,28 | сл. | 0,08 | 17,37 | -0,79 | -4,76 ± 0,09 |
| Йод | 4,51 ± 0,39 | 4,61 | 0,27 | 0,04 | 4,92 | -0,41 | -9,09 ± 0,08 |
| | 4,32 ± 0,06 | 4,42 | 0,12 | 0,03 | 4,57 | -0,25 | -4,79 ± 0,11 |
| Медь | 172,06 ± 9,5 | 140,38 | сл. | 1,66 | 142,04 | +30,02 | +17,45 ± 1,4 |
| | 172,14 ± 9,6 | 117,17 | сл. | 1,98 | 119,15 | +52,99 | +30,78 ± 1,2 |
| Молибден | 6,08 ± 0,3 | 3,27 | – | 0,27 | 3,54 | +2,72 | +41,83 ± 2,1 |
| | 5,61 ± 0,2 | 3,36 | – | 0,24 | 3,80 | +1,81 | +32,26 ± 2,3 |
| Марганец | 951,7 ± 14 | 642,42 | 2,53 | 0,09 | 645,04 | +307,03 | +32,30 ± 1,4 |
| | 941,04 ± 18 | 656,39 | 2,20 | 0,07 | 658,66 | +282,44 | +29,90 ± 1,8 |

Примечание. *) Числитель – I группа, знаменатель – II группа. Были отобраны 20 коров – аналогов по 10 голов в группе. Эти же коровы были и во втором балансовом опыте.

Коровы с рационом получали в среднем 172,06–172,14 мг меди на голову в сутки, или 13 мг/кг сухого вещества рациона. Из принятого количества меди выделялось в сутки из организма коров обеих групп в среднем 142,04–119,15 мг на голову. Незначительное выделение металла шло с молоком, а основное – с калом. Методом атомно-абсорбционного анализа в моче были обнаружены только следы меди. Количество металла в воде, которую пили животные, колебалось от 0,7 до 6,1 мкг/л, чем при расчете баланса можно было вполне пренебречь.

Установлено, что несмотря на низкий уровень меди в почвах и ряде видов растений Нижней Волги, поступление меди 172,06–172,14 мг на голову в сутки или 11,5 мг/кг сухого вещества было достаточным для покрытия всех потребностей организма лактирующих симментальских коров в этом элементе. Поэтому вводить медь дополнительно в рацион в последующих опытах не было необходимости. У всех животных баланс молибдена был положительным. Коровы получали 5,61–6,08 мг молибдена на голову в сутки, или 0,45 мг/кг сухого вещества рациона. Выделение молибдена из организма шло в основном с калом и молоком. В моче обнаружены только следы этого элемента. Из

организма коров обеих групп выводилось в среднем 3,54–3,80 мг молибдена, а утилизировалось 1,81–2,72 мг или 32,2%.

Следовательно, поступление этого элемента в организм коров порядка 5–6 мг на голову в сутки или 0,45 мг/кг сухого вещества кормов рациона полностью обеспечивало потребность животных в этом элементе осенью.

В период первого опыта коровы обеих групп получали практически одинаковые количества марганца (0,75 мг/кг сухого вещества корма).

Выделение марганца с калом составляло до 70% от поступившего, а содержание его в моче было в среднем 0,014 мг/л и в молоке – 0,021–0,038 мг/л. Из этого следует, что содержание марганца в кормах рациона 65 мг/кг сухого вещества рациона полностью обеспечивало потребность коров и не вызывало необходимость в дополнительной подкормке этим микроэлементом животных в геохимических условиях Астраханской области.

Во втором эксперименте животные опытной группы получали с рационом и микродобавками 23,49 мг кобальта, что составляет 1,6 мг/кг за счет подкормки коров хлористым кобальтом, а контрольной – 17,57 или 1,15 мг/кг сухого вещества корма (табл. 2).

Таблица 2

Баланс кобальта у коров 5–6 месяцев стельности

| Номер животных | Поступило с кормом рациона | Выделено из организма | | | Усвоено организмом (баланс ±) | Усвоено в % к принятому |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------|-------|-------------------------------|-------------------------|
| | | Кал | Молоко | Всего | | |
| Опытная группа (OP + Co + Se + I) | | | | | | |
| 1 | 23,02 | 20,86 | 0,16 | 21,01 | +2,01 | +15,44 |
| 2 | 23,44 | 21,07 | 0,62 | 21,69 | +1,75 | +7,47 |
| 3 | 24,01 | 22,03 | 0,43 | 22,46 | +1,55 | +10,62 |
| Среднее | 23,49 ± 1,1 | 21,95 | 0,36* | 22,31 | +1,18 | +11,18 ± 0,9* |
| Контрольная группа (OP) | | | | | | |
| 4 | 17,07 | 20,87 | 0,17 | 21,04 | -3,97 | -23,26 |
| 5 | 17,26 | 21,45 | 0,34 | 21,79 | -4,53 | -26,25 |
| 6 | 18,19 | 22,01 | 0,18 | 21,19 | -3,00 | -16,49 |
| Среднее | 17,51 ± 1,2 | 21,44 | 0,23 | 21,67 | -3,83 | -21,80 ± 1,4 |

Примечание. $P < 0,05$ относительно контроля.

Следовательно, контрольные коровы, не получавшие дополнительно подкормки хлористым кобальтом и находящиеся, как и опытные, на привязи в коровниках, имели отрицательный баланс этого элемента, который, вероятно, частично мог нивелироваться за счёт поисковой реакции коров, если бы они находились на выпасе и пользовались пастбищными травами, отдельные виды которых способны накапливать высокие значения микроэлементов, в т.ч. и кобальта [3, 4]. Мы изучили обеспеченность животных кобальтом при двух дозах: одна – 0,7–1,2 мг/кг сухого корма, за счет рациона, а другая (опытная группа) – рацион + 25 мг $CoCl_2$, равная 1,3–1,7 мг/кг. По аналогичной схеме проведены эксперименты и по другим дефицитным для коров микроэлементам. Из результатов опыта видно (табл. 2), что у коров опытной группы в этом эксперименте баланс кобальта был положительным, а в контрольной – отрицательным. Следовательно, содержание кобальта в кормах, равное 1,2 мг/кг сухого вещества, для коров было недостаточным, что способствовало обеднению им организма и заметному уменьшению содержания элемента в молоке. Из запасов организма в контроле при стойловом содержании ежедневно терялось в среднем 3,83 мг кобальта на голову в сутки, а содержание его в молоке снизилось на 0,13 мг в литре – по сравнению с молоком коров опытной группы, что говорит об ухудшении качества молока. Увеличение кобальта в суточном рационе опытной группы на голову до 23,49 мг, или до 1,6 мг/кг сухого корма, за счет дополнительной подкормки кобальтом покрывало потребности организма, обеспечивало положительный баланс этого элемента, стимулируя более высокий уровень метаболизма и повышало функцию

молокообразования, а также повышало содержание металла в молоке, делая его более качественным.

Поступление селена с рационом в период опыта оставалось на уровне предварительного балансового эксперимента и составляло в контрольной группе в среднем 16,15 мг на голову в сутки, а в опытной – 21,53 мг за счет получения ДАФС-25 (табл. 3).

Процент усвоенного селена к принятому в организме коров в опытной группе колебался от 14,96 до 18,98, а в контрольной – баланс селена был отрицательным, т.е. животные теряли селен из организма в среднем 1,25 мг в сутки.

Содержание селена в молоке коров опытной группы, по сравнению с контрольной, было выше ($P < 0,05$). Выделение селена с мочой у животных опытной группы было очень незначительно, но все-таки выше контроля, что еще раз подчеркивает процесс лучшей утилизации селена коровами опытной группы и вовлечение его в метаболические процессы, предопределяя необходимость дополнительного внесения селена в корма рациона завезенных симментальских коров.

Баланс йода у коров контрольной группы так же, как и в первом опыте, был отрицательный (табл. 4). Учитывая низкий уровень йода в среде (почва, вода, растения, корма животных), важность этого элемента для коров и отрицательный баланс его в организме в первом (предварительном) опыте, данные литературы, мы во II эксперименте коровам опытной группы стали давать 0,6 мг йода («ЙОДДАР») на голову в сутки. За счет этого балансы этого элемента у опытных коров стали положительными. С калом опытные животные выделяли йода меньше контрольных,

а с мочой йода выделялось в три раза больше, чем в контроле. Это свидетельствует о вовлечении дополнительно получаемого йода в глубинные метаболические процессы организма. Нам представляется, что йод с селеном и кобальтом нормализовали

недостаток в микроэлементах в организме дойных коров, способствуя лучшему физиологическому состоянию животных, повышая метаболизм и увеличивая уровень функций продуктивности опытных коров относительно контроля.

Таблица 3

Баланс селена у коров 5–6 месяцев стельности и 6–7 месяцев лактации (мг)

| Номер животных | Поступило с кормом рациона | Выделено из организма | | | | Усвоено организмом (баланс ±) | Усвоено в % к принятому |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------|------|--------|-------|-------------------------------|-------------------------|
| | | Кал | Моча | Молоко | Всего | | |
| Опытная группа (OP + Co + Se + I) | | | | | | | |
| 1 | 20,99 | 17,75 | 0,02 | 0,08 | 17,85 | +3,14 | +14,96 |
| 2 | 21,76 | 17,94 | сл. | 0,14 | 18,08 | +3,68 | +16,91 |
| 3 | 21,85 | 16,81 | 0,01 | 0,20 | 17,83 | +4,02 | +18,98 |
| Среднее | 21,53 ± 2,2 | 15,50 | 0,01 | 0,14* | 17,71 | +3,82 | +16,95 ± 1,3* |
| Контрольная группа (OP) | | | | | | | |
| 1 | 116,21 | 17,22 | сл. | 0,12 | 17,34 | -1,13 | -6,97 |
| 2 | 16,25 | 17,98 | сл. | 0,06 | 18,04 | -1,79 | -11,02 |
| 3 | 15,99 | 16,75 | сл. | 0,05 | 16,80 | -0,81 | -5,07 |
| Среднее | 16,15 ± 0,9 | 17,32 | сл. | 0,08 | 17,40 | -1,25 | -7,74 ± 0,8 |

Таблица 4

Баланс йода у коров 5–6 месяцев стельности и 6–7 лактации (мг)

| Номер животных | Поступило с кормом рациона | Выделено из организма | | | | Усвоено организмом (баланс ±) | Усвоено в % к принятому |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------|--------|-------|-------------------------------|-------------------------|
| | | Кал | Моча | Молоко | Всего | | |
| Опытная группа (OP + Co + Se + I) | | | | | | | |
| 1 | 4,99 | 4,04 | 0,36 | 0,1 | 4,50 | +0,49 | +9,82 |
| 2 | 5,06 | 4,05 | 0,42 | 0,06 | 4,53 | +0,53 | +10,47 |
| 3 | 5,01 | 4,00 | 0,29 | 0,05 | 4,34 | +0,67 | +13,37 |
| Среднее | 5,02 ± 0,2 | 4,03 | 0,36* | 0,07* | 4,46 | +0,56 | +11,16 ± 0,8* |
| Контрольная группа (OP) | | | | | | | |
| 1 | 4,41 | 4,40 | 0,11 | 0,04 | 4,55 | -0,14 | -3,18 |
| 2 | 4,44 | 4,43 | 0,12 | 0,02 | 4,57 | -0,13 | -2,92 |
| 3 | 4,39 | 4,40 | 0,10 | 0,03 | 4,53 | -0,14 | -3,18 |
| Среднее | 4,41 ± 0,1 | 4,41 | 0,11 | 0,03 | 4,55 | -0,14 | -3,09 ± 0,06 |

Пр и м е ч а н и е . *P < 0,05 относительно контроля.

Недостаток меди предопределяет снижение функций продуктивности и воспроизводства животных. При этом особенно важно знать потребность в этом элементе животных в зависимости от их возраста и физиологического состояния (отел, сухой период, раздой и т.д.).

Учитывая важную физиологическую роль меди для животных и низкое содержание ее в почвах и отдельных видах растений некоторых районов Астраханской области [3, 4], мы провели балансовые опыты с целью изучения потребности коров в меди в различные периоды лактации и стельности на фоне хозяйственного ра-

циона (табл. 5). Одновременно мы проверили, как влияла подкормка кобальтом, йодом и селеном на утилизацию и выделение меди из организма.

Поступление, выделение и усвоение меди контрольными коровами было на уровне предварительного опыта, что свидетельствует о некоторой зависимости обмена меди от уровня ее поступления. Содержание меди в молоке осталось на уровне первого опыта. Усвоение меди коровами опытной группы было больше, чем в контрольной, разница оказалась статистически достоверна (P < 0,05). Следовательно, подкормка коров опытной группы кобальтом и селеном

благоприятно влияла на метаболизм и баланс меди в организме коров в биогеохимических условиях района Нижней Волги. Вместе с тем низкий уровень меди в почве и ряде видов растений не предопределил отрицательные балансы меди у коров. Это еще раз подчеркивает необходимость при-

менения именно комплексного физиолого-биогеохимического принципа определения потребности животных каждого вида с учетом физиологического состояния в микроэлементах, который был взят нами за основу оценки и выбора необходимых микроэлементов и их дозировок применения.

Таблица 5

Баланс меди у коров 5–6 месяцев стельности и 6–7 лактации (мг)

| Номер животных | Поступило с кормом рациона | Выделено из организма | | | Усвоено организмом (баланс ±) | Усвоено в % к принятому |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------|--------|-------------------------------|-------------------------|
| | | Кал | Молоко | Всего | | |
| Опытная группа (OP + Co + Se + I) | | | | | | |
| 1 | 177,42 | 132,55 | 2,42 | 134,97 | +42,45 | +23,93 |
| 2 | 178,94 | 156,80 | 1,62 | 158,42 | +20,52 | +11,47 |
| 3 | 179,35 | 122,60 | 0,92 | 125,52 | +55,83 | +31,13 |
| Среднее | 178,57 ± 10,1 | 137,32 | 1,65 | 138,97 | +39,60 | +22,18 ± 0,9* |
| Контрольная группа (OP) | | | | | | |
| 1 | 152,16 | 146,55 | 0,86 | 147,41 | +14,75 | +9,10 |
| 2 | 176,34 | 146,53 | 1,96 | 148,49 | +27,85 | +15,79 |
| 3 | 172,69 | 156,63 | 2,84 | 159,47 | +13,22 | +7,66 |
| Среднее | 170,40 ± 9,8 | 149,90 | 1,89* | 154,79 | +18,61 | +10,92 ± 0,8 |

Изучение содержания молибдена в почвах и кормах рациона коров и определение соотношения его с медью в биогеохимических условиях Астраханской области до наших исследований никем не проводилось, хотя этот элемент входит в состав фермента ксантиоксидазы и необходим для нормальной функции молокообразования.

Однако статистически достоверной разницы с предварительным опытом мы не

обнаружили ($P > 0,5$). Общее количество выделенного молибдена из организма коров опытной группы не уменьшилось (табл. 6), а процент отложения элемента уменьшился по сравнению с первым экспериментом ($P < 0,05$). Возможно, это связано с влиянием подкормки животных хлористым кобальтом, «ЙОДДАР» и ДАФС-25, что ведет к повышению общего уровня обменных процессов.

Таблица 6

Баланс молибдена у коров 5–6 месяцев стельности (мг)

| Номер животных | Поступило с кормом рациона | Выделено из организма | | | Усвоено организмом | Усвоено в % к принятому |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------|-------|--------------------|-------------------------|
| | | Кал | Молоко | Всего | | |
| Опытная группа (OP + Co + Se + I) | | | | | | |
| 1 | 4,99 | 3,89 | 0,05 | 3,95 | +1,04 | +20,84 |
| 2 | 4,85 | 3,32 | 0,07 | 3,39 | +1,46 | +30,10 |
| 3 | 5,62 | 3,69 | 0,42 | 4,11 | +1,51 | +26,87 |
| Среднее | 5,15 ± 0,3 | 3,63 | 0,18* | 3,82 | +1,34 | 26,02 ± 1,5 |
| Контрольная группа (OP) | | | | | | |
| 4 | 5,0 | 3,64 | 0,08 | 3,72 | 1,28 | 25,60 |
| 5 | 4,48 | 3,65 | 0,12 | 3,77 | +0,71 | +15,85 |
| 6 | 4,39 | 3,01 | 0,06 | 3,07 | +1,32 | +30,07 |
| Среднее | 4,62 ± 0,2 | 3,43 | 0,09 | 3,52 | +1,10 | 23,81 ± 1,5 |

Примечание. * $P < 0,05$ относительно контроля.

В одном литре молока коров опытной группы содержалось молибдена 0,18 мг, а в контрольной – 0,09 мг, т.е. в два раза меньше, чем в опытной ($P < 0,05$). Вероятно, это объясняется большим вовлечением молибдена в процессы метаболизма коров, в т.ч. биосинтеза молока под влиянием препаратов селена, кобальта и йода.

Марганец оказывает влияние на процессы гемопоэза, увеличивая количество эритроцитов и гемоглобина. Соединения марганца активируют процессы метаболизма антиоксидантных витаминов С и Д, и самым главным свойством этого элемента является регуляция уровня окислительно-восстановительных процессов в организме животных.

Поступление марганца с кормами в организме коров во втором опыте оставалось в пределах предварительного опыта, т.е. 65 мг/кг сухого вещества рациона (табл. 7).

У коров контрольной группы утилизация марганца в сутки оставалась на уровне первого предварительного опыта, а в опытной она уменьшилась на 24,59 мг. В этот период у коров опытной группы увеличилось выделение марганца с молоком в 2 раза, а в контрольной группе оставалось примерно на том же уровне. Это в определенной мере и объясняет разницу в усвоении марганца организмами коров первой и второй (контроль) групп. Вероятно, метаболизм опытных животных проходил на более высоком уровне, и марганец активнее вовлекался в окислительно-восстановительные процессы, чем в контроле, и молоко опытной группы коров лучше обеспечено таким жизненно важным элементом, каким является марганец. Это подтверждается и более высоким уровнем марганца в моче опытных коров относительно контроля.

Таблица 7

Баланс марганца у коров 5–6 месяцев стельности и 6–7 лактации (мг)

| Номер животных | Поступило с кормом | Выделено из организма | | | | Усвоено организмом (баланс ±) | Усвоено в % к принятому |
|-----------------------------------|--------------------|-----------------------|-------|--------|--------|-------------------------------|-------------------------|
| | | Кал | Моча | Молоко | Всего | | |
| Опытная группа (OP + Co + Se + I) | | | | | | | |
| 1 | 961,04 | 639,05 | 1,02 | 0,05 | 640,12 | +320,92 | +33,39 |
| 2 | 972,11 | 896,01 | 1,83 | 0,18 | 898,02 | +74,09 | +7,62 |
| 3 | 963,49 | 704,27 | 2,08 | 0,28 | 706,63 | +25,86 | +26,66 |
| Среднее | 965,55 ± 19 | 746,11 | 2,64* | 0,17* | 748,92 | +217,29 | +22,56 ± 1,4 |
| Контрольная группа (OP) | | | | | | | |
| 1 | 971,25 | 726,03 | 1,93 | 0,06 | 728,02 | +243,23 | +25,04 |
| 2 | 967,71 | 629,04 | 2,06 | 0,04 | 631,10 | +336,61 | +34,78 |
| 3 | 959,99 | 822,03 | 2,07 | 0,06 | 824,16 | +135,83 | +14,15 |
| Среднее | 966,32 ± 23 | 725,70 | 2,02 | 0,05 | 727,76 | +238,56* | +24,66 ± 1,6 |

Примечание. * $P < 0,05$ относительно контроля.

Нам представляется, что общий обмен всех изучаемых микроэлементов у животных, получавших дополнительно к рациону хлористый кобальт и препараты йода и селена, протекал более интенсивно, различия по усвоению этого элемента организмом животных были статистически достоверны ($P < 0,05$), и опытные животные лучше адаптировались к новым (астраханским) условиям среды. Это позволило дополнительно улучшить от каждой завезенной симментальской коровы в условиях Астраханской области в среднем 142 кг высококачественного молока в год, увеличить в нем содержание жира на 0,12% и повысить

рентабельность производства молока в фермерских хозяйствах на 10%.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-01292 а.

Список литературы

1. Брицке М.Э. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ. – М.: Химия. – 1982. – 223 с.
2. Бузлама В.С. Экспресс-Биотест. Биологический мониторинг экологических систем: Методическое пособие / В.С. Бузлама, Ю.Т. Титов, Г.А. Востроилова, Ю.Е. Ващенко // – Воронеж. – 1997. – 12 с.
3. Воробьев Д.В. Функциональные особенности метаболизма микроэлементов у коров в биогеохимических условиях Нижней Волги / Д.В. Воробьев, Л.Н. Лапшина. –

Астрахань: Издательский Дом «Астраханский университет». – 2010. – 128 с.

4. Воробьев Д.В. Физиологическая характеристика метаболизма Fe, Cu, Mn, Zn, Co и Se и его коррекция у свиней в онтогенезе в биогеохимических условиях Нижней Волги. – СПб.: ЛАНЬ. – 2010. – 141 с.

5. Кондрахин И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник / И.П. Кондрахин, А.В. Архипов, В.И. Левченко, Г.А. Таланов, А.А. Фролов, В.Э. Новиков. – М.: Колос. – 2004. – 520 с.

6. Королюк М.А. Методы определения активности каталазы // Лабораторное дело. – № 1. – М., 1988. – С. 40–59.

7. Матрешин А.В. Временные наставления по применению набора реагентов для количественного определения гормонов в биологических жидкостях методом иммуноферментного анализа / А.В. Матрешин, Н.Б. Матрешина, В.А. Матвеев. – М.: Урожай, 1998. – 32 с.

8. Назаренко И.И. Аналитическая химия селена и теллура / И.И. Назаренко, В.В. Ермаков. – М.: Наука, 1971. – 251 с.

References

1. Bricke M.Je. Atomno-absorbicijnyj spektrohimičeskij analiz // Moscow: Chemistry, 1982 223 p.

2. Buzlama V.S. Jekspress-Biotest. Biologičeskij monitoring jekologičeskijh sistem / V.S. Buzlama, Ju.T. Titov, G.A. Vostroilova, Ju.E. Vashhenko // Methodical grant, Voronezh, 1997, 12 p.

3. Vorob'ev D.V. Funkcional'nye osobennosti metabolizma mikrojelementov u korov v biogeohimičeskijh uslovijah Nizh-

nej Volgi / D.V. Vorob'ev, L.N. Lapshina // Astrakhan: Astrakhan University publishing House, 2010, 128 p.

4. Vorob'ev D.V. Fiziologičeskaja harakteristika metabolizma Fe, Cu, Mn, Zn, Co i Se i ego korrekcija u svinej v ontogeneze v biogeohimičeskijh uslovijah Nizhnej Volgi // St. Petersburg: FALLOW DEER, 2010, 141 p.

5. Kondrahin I.P. Metody veterinarnoj kliničeskoj laboratornoj diagnostiki: Spravočnik / I.P. Kondrahin, A.V. Arhipov, V.I. Levchenko, G.A. Talanov, A.A. Frolov, V.Je. Novikov // Moscow: Ear, 2004, 520 p.

6. Koroljuk M.A. Metody opredelenija aktivnosti katalazy // Laboratory business, no. 1, Moscow, 1988, pp. 40–59.

7. Matreshin A.V. Vremennye nastavlenija po primeneniju nabora reagentov dlja količestvennogo opredelenija gormonov v biologičeskijh židkostjah metodom immunnno-fermentnogo analiza / A.V. Matreshin, N.B. Matreshina, V.A. Matveev // Moscow: Crop, 1998, 32 p.

8. Nazarenko I.I. Analitičeskaja himija selena i tellura / I.I. Nazarenko, V.V. Ermakov // Moscow: Science, 1971, 251 p.

Рецензенты:

Зайцев В.Ф., д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой «Гидробиология и общая экология» Астраханского государственного технического университета, г. Астрахань;

Федорова Н.Н., д.м.н., профессор кафедры «Гидробиология и общая экология» Астраханского государственного технического университета, г. Астрахань.

Работа поступила в редакцию 04.06.2014.