

## **ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА**

УДК 619:616.391:636.22/28(476)

*И. А. БЕЛЬКЕВИЧ<sup>1</sup>, Ю. Г. МИСЮТА<sup>2</sup>, С. Е. ГОЛОВАТЫЙ<sup>3</sup>*

### **МОНИТОРИНГ И ФАРМАКОКОРРЕКЦИЯ ПОЛИГИПОМИКРОЭЛЕМЕНТОЗОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

<sup>1</sup> *Барановичский государственный университет, Барановичи, Республика Беларусь*

<sup>2</sup> *Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, Брест, Республика Беларусь*

<sup>3</sup> *Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Республика Беларусь e-mail: rzhik82@list.ru*

*(Поступила в редакцию 12.02.2013)*

**Введение.** Многолетние исследования отечественных и иностранных ученых о проблеме микро- и макронутриентной обеспеченности животных дает основание утверждать, что проблема эта насущна и зачастую является трудно решаемой в условиях сельского хозяйства отдельных регионов и страны в целом.

Исследованиями отечественных ученых установлено, что в большей степени встречаемость сочетанного дефицита микроэлементов является самой распространенной на территории нашей страны, а использование комплексных витаминно-минеральных препаратов с лечебно-профилактической целью при элементозной патологии оправдывают их применение больным животным [1–3].

Вместе с тем анализ предоставленных данных ветеринарных отчетов формы 2 Вет-А Белорусского государственного ветеринарного центра за последние 6 лет дал следующие результаты. В 2006–2012 гг. проведено 7 487 711 биохимических исследований проб крови крупного рогатого скота, при этом на долю макроэлементов приходится 2 383 712 (31,83 %), каротина – 1 510 729 (20,17 %), МЭ – 56 813 (0,758 %) и витаминов – 10 146 (0,135 %) проб соответственно. Однако при ранжировании проб ниже нормы ряд выстраивается в следующем порядке: нарушение содержания микроэлементов (52,34 %), витаминов (40,48 %), каротина (38,85 %) и макроэлементов (25,05 %).

Эти данные дают основание утверждать, что распространение полигипомикроэлементозов крупного рогатого скота носит массовый характер, при этом количество латентно больных животных остается стабильно высоким на протяжении мониторинга последних лет. Однако потери сельскохозяйственной продукции при этом остаются высокими и в результате выражаются колоссальными материальными затратами.

Вышеизложенное показывает важность перспективы разработки и создания витаминно-минеральных препаратов, активно влияющих на элементный гомеостаз и совместный мониторинг их в биосубстратах животных, а также полноценной реализации программы импортозамещения.

Цель настоящей работы – проведение мониторингового исследования элементного состава почв, кормов, волосяного покрова коров и телят в разных хозяйствах Беларуси и изучение влияния препарата «Антимиопатик» на гомеостаз микроэлементов при фармакокоррекции полигипомикроэлементозов крупного рогатого скота.

Для установления причинно-следственных связей, при которых возникают элементозные заболевания, исследования были построены таким образом, чтобы проследить закономерность возникновения полигипомикроэлементозов с использованием предложенного критерия «содержания биоэлементов в цепи «почва – растения – корма – животное» [4]. Это, в свою очередь, даст возможность корректировать рационы по содержанию макро- и микроэлементов путем обо-

гащения их белково-минеральными добавками и премиксами, применения комплексных препаратов на основе минеральных и других биологически активных веществ, рационально применять макро- и микроудобрения, что будет способствовать укреплению и сохранению материально-финансовой базы хозяйства.

Объектами исследования были определены почва, растительные корма, покровный волос коров и телят. Всего проанализировано 36 образцов почвы, 6 образцов кормов, 120 проб покровного волоса.

Аналитические исследования в изучаемых биологических объектах выполнены по общепринятым методикам, указанным в источниках [5–10].

Содержание Pb, Cd, Cu, Mn, Zn, Ni, Co и Cr в почве определяли на атомно-абсорбционном спектрометре AAS-30 (Германия) в аккредитованной лаборатории (номер госрегистрации ВУ 112.02.1.0.0021) РУП «Институт агрохимии и почвоведения». Содержание Pb, Cd, Cu, Mn, Zn, Fe, Ni, Co и Cr в кормах и шерстном покрове определено в аккредитованной (номер госрегистрации ВУ/112 02.1.0.1079.) лаборатории биохимии ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси» атомно-абсорбционным методом с пламенным атомизатором на спектрометре SOLAAR MkII M6 Double Beam (Великобритания).

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием методов вариационной статистики. Достоверность результатов оценивали по t-критерию Стьюдента.

**Исследование элементного состава почв.** Анализ почв на содержание микроэлементов СПК «Путь новый» Ляховичского района и СПК «Щомыслица» Минского района, в которых проводили исследования, показал, что по основным исследуемым элементам эти почвы характеризуются как почвы с низкой [11] их обеспеченностью (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Содержание подвижных форм элементов в почвах обследованных хозяйств, мг/кг

Хозяйства	Cu	Zn	Co	Cd	Pb	Ni	Cr
СПК «Щомыслица» Минский район	1,62±0,32	3,31±0,41	0,12±0,02	0,29±0,18	10,6±8,5	5,1±0,51	1,04±0,08
СПК «Путь новый» Ляховичский район	1,15±0,15	2,94±0,25	0,13±0,04	0,14±0,04	9,6±1,4	2,6±0,29	0,98±0,03

Однако по некоторым элементам, относящимся к группе тяжелых металлов (Cd, Pb), установлен довольно высокий коэффициент вариации, что вызвано, по нашему мнению, локальным загрязнением почв. В основном это наблюдалось в СПК «Щомыслица». Наблюдаемая тенденция, вероятно, объясняется тем, что земли данного хозяйства располагаются вдоль Минской кольцевой дороги и магистрали Минск–Брест с очень интенсивным движением транспортных средств.

**Исследование элементного состава кормовой базы.** При исследовании основных кормов для крупного рогатого скота в СПК «Путь новый» Ляховичского района и СПК «Щомыслица» Минского района были получены следующие результаты.

Органолептическая оценка показала, что исследуемые корма по классности относятся к внеклассным. Микроэлементный (МЭ) состав характеризуется их избытком или дефицитом, а в единичных случаях показатель находится в пределах референтных величин для соответствующего корма. Данная картина отмечена в обоих хозяйствах, однако имеются значительные отличия.

Анализ приведенных в табл. 2 в данных показывает, что в СПК «Путь новый» все исследованные корма в своем большинстве дефицитны по Cu, Zn, Mn, Co и Fe. Наибольший недостаток МЭ отмечен в силосе, при этом количество Zn было ниже рекомендуемых референтов на 55,92 %, Mn – 82,80, Co – 43,33 и Fe – 27,51% соответственно. Из всех МЭ лишь уровень Cu находился в пределах рекомендуемых референтов, но на нижней ее границе. Аналогичные результаты по этому корму получены и в СПК «Щомыслица», где количество Zn было ниже рекомендуемых референтов на 50,26 %, Mn – 86,24, Co – 63,33 и Fe – 11,62 % соответственно. Вместе с тем выявлено, что количество Cr в силосе превышает ПДУ в 1,5 раза, причем количество Cd, Ni и Pb не было выше такового.

Исследование сенажа показало следующие результаты. В СПК «Путь новый» в данном виде корма количество Zn находилось ниже рекомендуемых референтов на 72,64 %, Mn – 92,58 %, количество Cu и Co – в пределах рекомендуемых референтов, но на нижней ее границе.

Элементный анализ силоса СПК «Щомыслица» характеризует его как более дефицитный в данном отношении, чем аналогичный в СПК «Путь новый». Это выражается в том, что уровень Zn был ниже рекомендуемых референтов в 3,14, Mn – 9,83 и Co – 1,28 раза соответственно. Содержание Cr в силосе обоих хозяйств колебалось в пределах 0,64–0,86 мг/кг при норме 0,50 мг/кг, что в 1,5 раза выше ПДУ.

Т а б л и ц а 2. Содержание микроэлементов в основных кормах СПК «Путь новый» Ляховичского района и СПК «Щомыслица» Минского района, мг/кг

Микроэлемент	СПК «Путь новый»	СПК «Щомыслица»	РР	ПДУ
<i>Силос</i>				
Cu	1,031	1,041	1–3	
Zn	4,408	4,974	10–22	
Mn	5,332	4,263	31–45	
Co	0,017	0,011	0,03–0,10	
Fe	18,124	22,095	25–36	
Cd	0,010	0,040		Не более 0,1
Ni	0,010	0,260		Не более 1,0
Pb	0,170	0,260		Не более 0,3
Cr	0,410	0,750		Не более 0,5
<i>Сенаж</i>				
Cu	2,892	2,663	2–6	
Zn	4,104	4,772	15	
Mn	2,965	4,068	40–60	
Co	0,056	0,039	0,05–0,1	
Fe	118,919	112,934	80–150	
Cd	0,020	0,030		Не более 0,1
Ni	0,170	0,230		Не более 1,0
Pb	0,160	0,210		Не более 0,5
Cr	0,640	0,860		Не более 0,5
<i>Сено</i>				
Cu	4,176	2,635	3–12	
Zn	25,227	17,430	19–40	
Mn	91,042	74,873	30–140	
Co	0,076	0,045	0,07–0,3	
Fe	352,888	377,514	60–260	
Cd	0,010	0,050		Не более 0,15
Ni	0,090	0,210		Не более 1,0
Pb	0,510	1,910		Не более 1,0
Cr	0,350	15,160		Не более 0,5

П р и м е ч а н и я: РР – рекомендуемые референтные уровни МЭ, мг/кг [12–15], ПДУ – предельно допустимый уровень химических элементов в кормах для сельскохозяйственных животных, мг/кг [16].

При микроэлементном анализе сена СПК «Путь новый» было установлено, что количество в нем Cu, Zn, Mn, Co, Cd, Ni, Pb и Cr находилось в рекомендуемых пределах, однако Cu и Co находилось на их нижней границе. Вместе с тем выявлен избыток такого МЭ, как Fe: его содержание в сене обоих хозяйств колебалось от 352,888 до 377,514 мг/кг при среднем содержании 365,202 (пределы 60–260 мг/кг), что на 40,46 % выше ПДУ. Важно отметить, что присущий высокий уровень Fe в сене не наблюдается в других кормах, при этом в них отмечен дефицит данного МЭ. Возможно, технология и метод приготовления силоса и сенажа влияет на концентрацию Fe в последних. Это предположительно и играет первостепенную роль в его распределении.

Кроме этого сено СПК «Щомыслица» дефицитно по Cu, Zn и Co: их уровни был ниже рекомендуемых референтов в 12,16, 8,26 и 35,74 раза соответственно. Важно отметить, что количество Pb и Cr превышали ПДУ в 1,91 и 30,32 раза соответственно.

Сравнивая кормовую базу обоих хозяйств, можно заключить, что самые разбалансированные корма относительно микроэлементной обеспеченности свойственны для СПК «Щомыслица», в связи с чем не представляется возможным всецело удовлетворить физиологические потребности животных в данных МЭ. Это может явиться первопричиной ряда патологий, безусловно, приносящих большой экономический ущерб, а повышенное содержание Рb и Сг будет усугублять протекание элементозной недостаточности, оказывая весьма негативное, свойственное тяжелым металлам воздействие на организм животных.

**Исследование элементного состава волосяного покрова животных.** Для преодоления микроэлементной и витаминной недостаточности сельскохозяйственных животных на базе Института экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского и Института физико-органической химии НАН Беларуси был сконструирован и успешно апробирован инъекционный, многокомпонентный, хелатный, минерально-витаминный препарат «Антимиопатик». Его особенность в том, что витамины в нем находятся в виде наночастиц, а микроэлементы в хелатном комплексе с поликарбокислированными производными этилендиамина, которые связывают ионы металлов как через реакции карбоксильных групп, так и через неподеленные электронные пары атомов азота [17].

Эффективность разработанного препарата изучали на базе СПК «Путь новый» Ляховичского района и СПК «Щомыслица» Минского района Республики Беларусь на фоне принятых в хозяйствах технологий содержания, условий кормления животных и схем ветеринарных мероприятий, в два этапа.

Первый этап проведен на базе СПК «Путь новый» Ляховичского района. Для постановки эксперимента были сформированы 3 группы стельных коров за 60 дней до отела, по принципу условных пар-аналогов по следующей схеме (табл. 3). Забор волосяного покрова проводили до введения препарата, на 20-й и 60-й день эксперимента.

Т а б л и ц а 3. Схема проведения опыта на стельных коровах за 60 дней до отела

Вариант опыта	Количество коров в группе	Доза препарата*, см <sup>3</sup>		
		1-е введение	2-е введение	3-е введение
Контрольная группа (КМП)	20	15,0	15,0	15,0
I опытная группа (Антимиопатик)	20	5,0	5,0	5,0
II опытная группа (Антимиопатик)	20	10,0	10,0	10,0

\*Препараты вводили внутримышечно. То же для табл 3, 4.

На телятах, полученных от опытных коров, эксперимент проведен согласно схеме, представленной в табл. 4. Волосяной покров для исследования у телят брали в день родов до обработки минеральными препаратами, а затем через 14 дней после введения препаратов.

Т а б л и ц а 4. Схема проведения опыта на телятах, СПК «Путь новый»

Вариант опыта	Количество коров в группе	Доза препарата*, см <sup>3</sup>	
		1-е введение	2-е введение
Контрольная группа (КМП)	20	4,0	5,0
I опытная группа (Антимиопатик)	20	2,5	2,5
II опытная группа (Антимиопатик)	20	3,5	3,5

Т а б л и ц а 5. Схема проведения опыта на телятах, СПК «Щомыслица»

Вариант опыта	Количество коров в группе	Доза препарата*, см <sup>3</sup>		
		1-е введение	2-е введение	3-е введение
Контрольная группа (Мультивит)	20	4,0	6,0	8,0
I опытная группа («Антимиопатик»)	20	2,5	2,5	3,5
II опытная группа («Антимиопатик»)	20	3,5	3,5	4,0

Второй этап проведен на базе СПК «Щомыслица» Минского района. Телятам, полученным от коров, не обработанных «Антимиопатик», препарат вводили по следующей схеме (табл. 5). Волосяной покров для исследования отбирали до обработки минеральными препаратами, на 30-й день жизни, а затем через месяц после их введения.

Результаты исследования волосяного покрова на первом этапе у опытных животных в эксперименте показали, что в зависимости от дозы препарата и возраста животных, хозяйства, в котором они содержатся, наблюдается разная картина динамики МЭ (табл. 6).

Т а б л и ц а 6. Содержание микроэлементов в волосяном покрове стельных коров СПК «Путь новый», мг/кг

Вариант опыта	Co	Cu	Zn	Mn	Fe	Cd	Ni	Pb	Cr
<i>До введения</i>									
Контрольная группа	0,026± 0,006	2,085± 0,18	796,83± 13,09	6,162± 0,47	74,81± 1,32	3,196± 0,16	1,837± 0,16	6,321± 0,36	0,506± 0,012
I опытная группа	0,023± 0,001	1,785± 0,29	799,37± 36,48	6,760± 1,39	66,7± 3,52	2,771± 0,16	1,634± 0,08	7,508± 0,85	0,495± 0,015
II опытная группа	0,029± 0,002	2,414± 0,56	715,35± 80,53	6,741± 1,16	86,24± 14,39	3,067± 0,09	1,596± 0,18	6,322± 0,36	0,496± 0,011
<i>20-й день эксперимента</i>									
Контрольная группа	0,025± 0,004	2,041± 0,19	699,97± 34,14	5,977± 0,62	90,13± 1,97	4,361± 0,29	2,869± 0,31	7,405± 0,49	0,512± 0,014
I опытная группа	0,047± 0,007*	6,918± 0,26***	514,82± 68,71*	8,676± 0,52*	54,16± 5,998**	3,592± 0,35	1,572± 0,10**	6,606± 0,62	0,483± 0,006
II опытная группа	0,066± 0,004***	8,675± 0,38***	406,61± 15,11***	9,329± 0,35**	46,28± 4,48***	2,161± 0,51	1,051± 0,05***	4,554± 0,32**	0,447± 0,011**
<i>40-й день эксперимента</i>									
Контрольная группа	0,034± 0,003	2,005± 0,19	683,98± 25,13	5,824± 0,21	107,88± 12,25	5,636± 0,29	3,902± 0,29	9,692± 0,64	0,517± 0,011
I опытная группа	0,067± 0,004***	7,601± 0,20***	402,38± 18,32***	10,678± 1,49*	47,80± 1,71**	2,856± 0,46	1,481± 0,05***	7,533± 0,63**	0,469± 0,010*
II опытная группа	0,091± 0,003***	9,878± 0,25***	297,18± 57,81***	11,660± 0,55***	35,99± 2,50***	1,743± 0,28	0,588± 0,04***	4,275± 0,45***	0,399± 0,006***

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$ . То же для табл. 7, 8.

Установлено, что до введения препарата «Антимиопатик» количество Pb в волосе в экспериментальных группах коров СПК «Путь новый» была в среднем 6,717 мг/кг. Отмечен рост данного показателя у животных контрольной группы относительно начала эксперимента на 53,3 %, что статистически достоверно выше I и II опытных групп на 22,3 и 55,9 %. Аналогичная динамика была свойственна ряду металлов, которых сегодня большинство ученых относит к так называемым «тяжелым». Исследованием установлено, что в контрольной группе коров уровень Cd превышал таковой I опытной группы на 49,33 %, II группы – на 69,1, а Ni – на 62,1 и 84,9, Cr – на 9,2 и 22,8 % соответственно.

Важным моментом в наших исследованиях следует отметить гомеостаз Fe. Современными исследованиями установлено, что на сегодняшний день железо относится к активным загрязнителям окружающей среды [18], несмотря на то что железосодержащие препараты активно используются с целью профилактики анемий у разных видов животных.

Содержание этого элемента в начале опыта в волосе было в пределах 66,70–86,20 мг/кг при среднем референтном показателе 33,00 мг/кг для стельных сухостойных коров [19]. К концу эксперимента количество в волосяном покрове Fe в контрольной группе коров составило 107,88 мг/кг, что превышает таковой показатель в I и II групп животных на 55,7 и 66,6 %.



Предполагают, что повышенный уровень Fe способствует развитию ряда патологических состояний [20]. Более того, дотации этого МЭ рациональны в случае диагностированного его дефицита, а профилактическое назначение при нормальном содержании Fe в организме признается не безопасным и подвергается критике [21], поэтому фармакокоррекция феррумсодержащими препаратами может иметь место только при диагностировании недостатка последнего.

Избыток Fe ассоциирован с дефицитом Cu и Zn, что и отмечается в эксперименте.

Данная картина характеризует препарат «Антимиопатик» как активный стабилизатор элементного гомеостаза организма, путем выведения избыточного (токсического) количества МЭ – в данном случае Fe.

Такие МЭ, как Cu, Mn и Co, в эксперименте имели тенденцию к постепенному накоплению в волосяном покрове. Это связано с тем, что в стартовом его периоде их количество было ниже пределов физиологической нормы, что характеризует состояние животных как глубоко дефицитное по данным элементам.

На начало эксперимента количество Cu во всех опытных группах было в следующих пределах – от 1,785 до 2,414 мг/кг при референтных величинах 6,8–12,1 мг/кг. К концу опыта количество Cu в волосяном покрове коров II опытной группы статистически достоверно ( $P<0,001$ ) превышало контрольную в 4,9 раза, а I опытную группу – в 1,3 раза. В свою очередь, количество Cu в волосе коров I опытной группы статистически достоверно ( $P<0,001$ ) превышало уровень данного МЭ в 3,8 раза.

Излишнее накопление Fe или Zn приводит к медьдефицитному состоянию организма. Последнее утверждение подтверждается нашими исследованиями.

Количество Co в начале эксперимента находилось в пределах 0,023–0,029 мг/кг и достоверных расхождений не имело, в дальнейшем этот показатель имел тенденцию к увеличению во II опытной группе животных. Его количество достоверно превышало таковое контрольной группы в 2,7 раза, а I опытной – в 1,4 раза. Отмечено, что избыточное содержание Fe влияет на усвояемость Co в кишечнике, поэтому в начале эксперимента диагностирован гипокобальтоз.

В динамике Mn отмечено статистически достоверное ( $P<0,001$ ) увеличение данного МЭ в I и II опытных группах по отношению к контролю – на 83,8 и 100,2 % соответственно. Средние колебания Mn на протяжении эксперимента составили 7,978 мг/кг. Отмечено, что максимальный уровень марганца приходится на 40-й день опыта – 11,660 мг/кг (в II опытной группе коров), а минимальный – 6,162 мг/кг (в стартовом периоде – в контрольной группе).

«Перегруженность» Fe и рядом других элементов может приводить к плохому усвоению марганца и, как следствие, к его дефициту. Вместе с тем высокий уровень железа уменьшает депонирование витамина E [22].

Таким образом, дотации меди, кобальта, марганца и токоферола, оправдывают его применение.

Особый интерес вызывает аномально высокий, на наш взгляд, уровень очень важного МЭ – Zn. Средние данные в начале опыта составили 770,516 мг/кг в экспериментальных группах животных, а к его концу был на уровне 461,180 мг/кг. Интерес заключается в том, что почвы Беларуси бедны цинком, а следовательно, и корма. Вместе с тем препараты «Антимиопатик» и КМП содержат элементарный цинк, однако исследованиями установлено, что к концу эксперимента его количество в группе контрольных коров была выше I и II опытной групп – на 41,2 и 56,6 % соответственно.

Это, скорее всего, можно объяснить тем, что Cr и его соединения подавляют выведение Zn из организма [23] и, как видно из опыта, способствуют его избыточному накоплению у животных. Кроме этого, мы предполагаем, что одномоментное избыточное количество Cd с Pb способствует «удержанию» Zn в организме, являясь своего рода сателлитами-промоутерами с Cr, замедляя тем самым и так пассивную элиминацию Zn.

В свою очередь, введение ретинолсодержащих препаратов потенцирует снижение уровня Zn [24], что и наблюдается в эксперименте, так как препарат «Антимиопатик» содержит витамин A, который также участвует в регуляции транспорта Fe, Se, Cu из печени к органам-мишеням.

Проведенный анализ данных ветеринарных отчетов о плановых биохимических исследованиях крови животных Ляховичского района показал, что в крови коров СПК «Путь новый» имеется низкий уровень каротина, последний принято считать провитамином А, при этом из 50 проб в 44 % случаях обнаружен гиповитаминоз А. В опытном хозяйстве около 50–80% исследованных проб сыворотки крови животных имеют аналогичную тенденцию.

Данные элементного анализа волос телят, полученных от коров контрольной группы, на предмет содержания Pb, Cd, Ni, Fe и Cr представлены в табл. 7.

Т а б л и ц а 7. Содержание микроэлементов в волосяном покрове телят СПК «Путь новый», мг/кг

Вариант опыта	Co	Cu	Zn	Mn	Fe	Cd	Ni	Pb	Cr
<i>До введения</i>									
Контрольная группа	0,0172± 0,022	6,809± 0,04	80,23± 0,81	6,655± 0,14	56,63± 1,48	0,476± 0,01	0,294± 0,013	3,986± 0,09	0,132± 0,008
I опытная группа	0,0238± 0,021	7,240± 0,36	95,25± 1,43***	7,566± 0,17**	47,11± 0,92***	0,412± 0,03	0,268± 0,012	3,367± 0,04***	0,105± 0,003*
II опытная группа	0,0286± 0,023**	7,951± 0,19***	101,22± 1,95***	7,899± 0,09***	36,76± 0,83***	0,380± 0,02**	0,223± 0,006**	3,136± 0,15***	0,093± 0,002**
<i>14-й день эксперимента</i>									
Контрольная группа	0,025± 0,023	7,029± 0,13	99,19± 2,99	7,323± 0,12	71,72± 0,59	0,839± 0,05	0,358± 0,011	4,908± 0,24	0,16± 0,005
I опытная группа	0,031± 0,029	8,127± 0,16***	108,09± 2,42*	8,174± 0,24**	53,55± 5,18**	0,534± 0,05**	0,311± 0,016*	3,711± 0,32*	0,132± 0,004**
II опытная группа	0,037± 0,028**	8,434± 0,25***	117,63± 3,35**	8,585± 0,42**	43,11± 7,89**	0,413± 0,04***	0,263± 0,024**	3,551± 0,27**	0,118± 0,007**

Так, количество Pb, Cd, Ni, Fe и Cr до введения препарата в волосе составило в среднем по группе контроля 4,447, 0,657, 0,326, 64,175 и 0,146 мг/кг соответственно, это статистически достоверно ( $P<0,01-0,001$ ) выше таковых во II опытной группе – на 21,2 %, 20,2, 24,2, 35,1 и 29,6 % соответственно. Если анализировать данные I опытной группы, то здесь отмечен факт лишь статистически достоверного ( $P<0,001$ ) увеличения Pb, Fe и Cr – на 15,5, 16,8 и 20,5 % соответственно. Достоверных же расхождений по количеству Ni и Ca в экспериментальных группах животных не зафиксировано.

Кардинально обратная картина отмечена в ряду Cu, Mn и Co. Исследованиями установлено, что от стельных сухостойных коров, которым вводили препарат «Антимиопатик» в дозе 10 см<sup>3</sup> на животное, получен приплод с достоверно статистически ( $P<0,001$ ) более высокими уровнями Cu, Mn и Co. Вместе с тем доза 5 см<sup>3</sup> вызывала также статистически достоверное увеличение количества лишь Cu ( $P<0,001$ ) и Mn ( $P<0,01$ ). В контрольной группе по этим показателям отмечен их значительно низкий уровень, который свидетельствует, что препарат, вводимый коровам контрольной группы, не обеспечивает должного уровня МЭ в организме животных.

На 14-й день жизни после введения препарата телятам были получены следующие данные. У животных контрольной группы отмечена тенденция к статистически достоверному увеличению в волосяном покрове Pb, Cd, Ni, Cr и Fe относительно II опытной группы на 27,7 % ( $P<0,01$ ), 50,8 % ( $P<0,001$ ), 26,5 % ( $P<0,01$ ), 26,3 % ( $P<0,01$ ) и 39,9 % ( $P<0,01$ ), и I опытной группы – на 24,4 % ( $P<0,05$ ), 36,4 % ( $P<0,01$ ), 13,1 % ( $P<0,05$ ), 17,5 % ( $P<0,01$ ) и 25,3 % ( $P<0,01$ ) соответственно.

Анализ таких МЭ, как Cu, Mn, Co и Zn, характеризуется следующими изменениями. Во II опытной группе отмечен достоверный рост Cu, Mn, Co и Zn в 1,15, 1,11, 1,24 и 1,1 раза относительно I опытной и в 1,2, 1,2, 1,6 и 1,2 раза относительно контрольной группы телят соответственно.

Полученные результаты показывают, что введение «Антимиопатик» способствует значительно низкому накоплению тяжелых металлов и восполнению дефицитных в организме 14-дневных телят.

На втором этапе исследований были получены следующие результаты (табл. 8).

Т а б л и ц а 8. Содержание микроэлементов в волосяном покрове телят СПК «Щомыслица», мг/кг

Вариант опыта	Co	Cu	Zn	Mn	Fe	Cd	Ni	Pb	Cr
<i>До введения</i>									
Контрольная группа	0,033± 0,004	2,717± 0,16	47,53± 0,85	3,754± 0,18	80,65± 1,15	0,916± 0,05	0,527± 0,06	4,066± 0,09	0,176± 0,007
I опытная группа	0,029± 0,006	2,884± 0,28	49,69± 1,76	3,494± 0,15	80,17± 1,28	0,907± 0,02	0,498± 0,08	4,052± 0,13	0,171± 0,01
II опытная группа	0,028± 0,006	2,663± 0,31	51,05± 2,15	3,523± 0,17	80,84± 1,07	0,893± 0,02	0,544± 0,14	4,192± 0,17	0,168± 0,009
<i>30-й день эксперимента</i>									
Контрольная группа	0,032± 0,003	5,426± 0,16	64,36± 2,82	5,708± 0,28	71,45± 3,53	3,031± 0,19	1,642± 0,26	7,985± 0,57	0,214± 0,01
I опытная группа	0,055± 0,005**	7,889± 0,30***	89,01± 1,94***	7,305± 0,49*	50,50± 1,57***	2,093± 0,06**	0,793± 0,06*	5,643± 0,42*	0,172± 0,008*
II опытная группа	0,074± 0,007***	8,670± 0,32***	107,32± 2,79***	8,544± 0,65**	41,57± 3,01***	1,127± 0,09***	0,498± 0,09**	4,652± 0,48**	0,145± 0,007**
<i>60-й день эксперимента</i>									
Контрольная группа	0,025± 0,002	5,612± 0,32	59,91± 1,34	6,226± 0,21	97,64± 1,22	3,147± 0,14	1,953± 0,17	8,474± 0,17	0,219± 0,006
I опытная группа	0,044± 0,006**	7,875± 0,02***	80,31± 3,25***	7,311± 0,14***	62,66± 2,21***	2,158± 0,20**	0,916± 0,02***	5,706± 0,19***	0,184± 0,01*
II опытная группа	0,065± 0,004***	8,466± 0,38***	111,61± 5,83***	8,334± 0,34***	43,68± 1,46***	1,036± 0,09***	0,592± 0,01***	4,687± 0,29***	0,153± 0,009***

У телят (полученных от коров, предварительно не обработанных препаратом «Антимиопатик», во всех экспериментальных группах) контрольной группы отмечена тенденция к более высокому содержанию тяжелых металлов как до введения препарата Мультивит, так и на фоне их применения в течение опыта.

Количество Pb в этой группе в стартовый период было 4,066±0,09 мг/кг, при этом статистически достоверной разницы в отношении остальных опытных группах не отмечалось. Этот показатель превышает в 1,2 раза таковой в волосяном покрове телят из СПК «Путь новый». Динамика Pb отмечена его постепенным ростом в течение всего эксперимента вплоть до 60-го дня и составила 8,474±0,17 мг/кг, это статистически достоверно ( $P<0,001$ ) выше такового в I опытной группе на 40,1 % и во II опытной на 44,7 % соответственно.

Аналогичная картина установлена и в отношении Cd, Ni, Cr и Fe. У телят контрольной группы отмечена тенденция к статистически достоверному увеличению в волосяном покрове данных металлов относительно II опытной группы на 67,1 % ( $P<0,001$ ), 69,7 % ( $P<0,001$ ), 30,1 % ( $P<0,001$ ) и 55,3 % ( $P<0,001$ ), I опытной группы – на 31,4 % ( $P<0,01$ ), 53,1 % ( $P<0,001$ ), 16,0 % ( $P<0,05$ ) и 35,8 % ( $P<0,001$ ) соответственно.

Элементный анализ состава волос телят СПК «Щомыслица» на предмет количества Cu, Zn Co и Mn дал следующие данные. Экспериментом установлен глубокий дефицит вышеперечисленных МЭ в связи с тем, что уровни их находились ниже физиологических референтов.

До введения препаратов количество Cu в волосяном покрове всех экспериментальных групп телят колебалось от 2,663±0,31 до 2,884±0,28 мг/кг при среднем показателе 2,754 мг/кг, что в 2,7 раза ниже такового, чем у телят из СПК «Путь новый». К концу опыта количество Cu в волосяном покрове телят II опытной группы статистически достоверно ( $P<0,001$ ) превышало контрольную на 50,9 %, а I опытную группу – 40,3 %, при этом внутригрупповой показатель увеличился относительно стартового периода во II опытной группе телят в 3,2 раза, а I опытной – в 2,7 раза.

В начале опыта количество Zn в экспериментальных группах телят в среднем составило 49,423 мг/кг и статистической достоверности не имело. В контроле хоть отмечена тенденция к увеличению такового к 20-му дню, но в дальнейшем показатель вновь снизился, при этом увеличение Zn происходит лишь на 35,4 %, что ниже в 1,9 раза относительно физиологической нормы.



Динамика Zn свидетельствует о его достоверном увеличении на фоне введения препарата «Антимиопатик». Если во II опытной группе до введения его количество 51,05 мг/кг, то к концу оно составило 111,61 мг/кг. Это статистически достоверно ( $P < 0,001$ ) выше контрольной группы на 86,2 % и I опытной – на 34,1% соответственно.

Количество Co в начале эксперимента во всех группах находилось на уровне 0,03 мг/кг и достоверных расхождений не имело, в дальнейшем этот показатель имел тенденцию к увеличению как в I, так и во II опытной группе телят. Исследованиями установлено, что к 40-му дню эксперимента его количество достоверно превышало таковое контрольной группы в 1,8 раза относительно I опытной и в 2,6 раза II групп животных.

Исследованиями установлено, что в стартовый период количество Mn в волосяном покрове во всех экспериментальных группах было весьма низким и в среднем составило 3,590 мг/кг. В контрольной группе телят на протяжении всего опыта отмечен лишь незначительный рост данного показателя, но при этом относительно опытных групп достоверно им уступал. Эксперимент показал, что для динамики Mn свойственно статистически достоверное ( $P < 0,001$ ) увеличение во II и I опытных группах животных по отношению к контролю – на 33,9 и 17,4 % соответственно. Средние колебания Mn по группам животных на протяжении эксперимента составили 6,030 мг/кг. Максимальный уровень Mn приходился на 20-й день опыта и составил 8,544 мг/кг во II опытной группе телят, а минимальный – 3,494 мг/кг в стартовом периоде – в I опытной группе.

Особо следует отметить клиническое состояние телят контрольной группы в возрасте 1 мес. в СПК «Щомыслица». Они в отличие от телят СПК «Путь новый» имели тенденцию к проявлению алопеции в области хвоста (рис. 1) и лицевой части головы (рис. 2), глубокими расчесами и ранами в области лицевой части головы (рис. 3), при этом инфекционное и инвазионное начало не было установлено.

Данная клиническая картина является следствием цинкдефицитного состояния животных, при котором отмечают следующие симптомы: сухость и ломкость волосяного покрова, алопеции, хронический язвенный дерматит [25], медленное заживление ран и др.

Однако в данный момент было бы логичнее не акцентировать внимание лишь на одном дефиците Zn, при котором наблюдается такой симптомокомплекс, описываемый в ветеринарной литературе. Важным моментом здесь следует выделить и сопутствующий, одновременный недостаток Mn и Cu совместно с Zn.

Это объясняется тем, что одной из основных функций Mn является участие в обеспечении полноценного формирования мезенхимальной ткани и кожи (построение костей и соединительнотканых структур, стимуляция тканевого роста, регенерация). Такие медьзависимые белки, как лизил оксидаза, тирозиназа и ангиогенин, участвуют в химической модификации коллагена и эластина, продукции меланина и капиллярогенезе, препятствуют нарушению функциональности соединительной ткани, снижению пигментации, защитных свойств кожи под воздействием УФЛ и нарушению микроциркуляции.



Рис. 1. Алопеция в области хвоста

Рис. 2. Алопеция лицевой части головы

Рис. 3. Глубокие расчесы и раны в области лицевой части головы

Мы предполагаем, что рассматриваемый недостаток Zn, приводящий к патологии кожного покрова и ее производных, является при этом скорее пусковым механизмом в данной цепочке событий, а сопутствующий дефицит Mn и Cu способствует более яркому и тяжелому протеканию заболевания [26].

Вместе с тем не менее важным моментом в эксперименте, а может быть и более значимым, является установленная закономерность проявленного сочетанного дефицита элементов, связанная с четко отлаженной гомеостатической работой организма и биологическими процессами при патологическом состоянии животного, вне зависимости от территориальной локализации.

Это предположение можно считать вполне обоснованным, если учесть, что аналогичная закономерность была установлена в экспериментальных исследованиях, проведенных Л. Г. Таировой и А. Р. Мухамедьяровой в биогеохимических условиях лесостепной зоны Южного Урала за тысячи километров от Беларуси [27].

По окончании опытов был установлен следующий экономический эффект от применения препарата «Антимиопатик». Наибольшим экономическим эффектом при лечении полигипомикроэлементозов у коров обладает доза 10 см<sup>3</sup>, так как он составил 3,69 руб. на 1 рубль затрат. У телят при его применении наиболее эффективной являются дозы 3,5 и 4,0 см<sup>3</sup> на животное, экономический эффект ветеринарных мероприятий при лечении полигипомикроэлементозов составил 3,24 и 4,77 руб. на 1 рубль затрат.

### Выводы

1. Проведенные исследования показали, что почвы сельскохозяйственных земель опытных хозяйств характеризуются низким содержанием всех МЭ, при этом наблюдается локальное загрязнение почв тяжелыми металлами.

2. По результатам исследований выявлено как избыточное, так дефицитное содержание МЭ во всех кормах. Отмечен недостаток Zn, Mn, Cu и Co. Гомеостаз Fe является единственным и самым нестабильным, что проявляется как в его недостатке, так и избытке в кормах и зависит от территориальной локализации хозяйств, вида корма, его технологической обработки. Исследованиями установлено, что Fe, Cг и Pb превышают ПДУ в 1,2–1,7, 1,3–30,3 и 1,5 раза соответственно. Их количество зависит от территориальной локализации хозяйств, вида корма и его технологической обработки.

3. Экспериментом установлен сочетанный одновременный дефицит нескольких МЭ (полигипомикроэлементозы) и значительное накопление тяжелых металлов в волосяном покрове опытных животных. Цинкдефицитное состояние организма, при котором наблюдаются алопеции в области хвоста и лицевой части головы, глубокие расчесы и раны в области лицевой части головы, протекает более выражено и тяжело на фоне совместного с Zn, недостатка Cu и Mn. Вместе с тем установленный факт высокого уровня Zn в волосяном покрове стельных коров свидетельствующий о том, что независимо от недостатка такового как в почве, так и в кормах имеется прямое влияние тяжелых металлов на гомеостаз данного МЭ.

4. Исследованиями установлено, что препарат «Антимиопатик» в дозах 10 см<sup>3</sup> на животное для стельных коров; 3,5 см<sup>3</sup> на животное для 14-дневных телят; 3,5 и 4,0 см<sup>3</sup> на животное для телят на доразивании способствует значительно низкому накоплению тяжелых металлов и восполнению дефицитных МЭ в организме.

5. Наибольшим экономическим эффектом ветеринарных мероприятий при лечении полигипомикроэлементозов у коров обладает доза 10 см<sup>3</sup> – 3,69 руб. на 1 руб. затрат, у телят дозы 3,5 и 4,0 см<sup>3</sup> – 4,77 руб. на 1 руб. затрат соответственно.

### Литература

1. Кучинский, М. П. Препараты на основе биоэлементов для терапии и профилактики болезней минеральной недостаточности сельскохозяйственных животных: автореф. дис. ... д-ра вет. наук: 06.02.01, 06.02.03 / М. П. Кучинский. – Витебск, 2010. – 52 с

2. Belkevich, I. Representativeness of polyhypomicroelementosis of animals / I. Belkevich // Students on their Way to Science (Undergraduate, Graduate, Post-graduate): Collection of Abstracts 8<sup>th</sup> Intern. Scient. Conf., Jelgava, May 24, 2013. – Jelgava, 2013. – P. 20.

3. Коваленок, Ю. К. Микроэлементозы крупного рогатого скота и свиней в Республике Беларусь: монография / Ю. К. Коваленок. – Витебск: ВГАВМ, 2013. – 196 с.

4. Результаты мониторинга биоэлементов в почве, кормах организме животных и состояние обмена веществ у крупного рогатого скота хозяйств Республики Беларусь / Д. А. Гирис [и др.] // Экология и животный мир. – 2009. – № 1. – С. 49–60.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства / Г. А. Кузнецов [и др.]. – 2-е изд., перер. и доп. – М.: ЦИНАО, 1992. – 53 с.
6. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка и кадмия: ГОСТ 30692–2000. – Введ. 01.01.2002. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 123 с.
7. Корма растительные. Методы определения марганца: ГОСТ 27997–88. – Введ. 01.01.1990. – М.: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Гос. агропром. комитет, 1990. – 6 с.
8. Корма растительные. Методы определения железа: ГОСТ 27998–88. – Введ. 01.01.1990. – М.: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Гос. агропром. комитет, 1990. – 10 с.
9. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов: ГОСТ 26929–94. – Введ. 21.01.1995. – М.: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Госстандарт России, 1995. – 11 с.
10. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов (сырье и продукты пищевые): ГОСТ 30178–96. – Введ. 26.03.1997. – М.: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Госстандарт России, 1997. – 11 с.
11. Агрохимическая характеристика почв, сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И. М. Богдевич [и др.], под общ. ред. И. М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 276 с.
12. Зоотехнический анализ кормов / Е. А. Петухова [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
13. Кормовые нормы и состав кормов: справ. пособие / А. П. Шпаков и [др.]. – Минск: Ураджай, 1991. – 384 с.
14. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / под ред. А. П. Калашникова и [др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 46 с.
15. Корма и биологические добавки / Н. А. Попков и [др.]. – Минск: Беларус. навука, 2005. – 885 с.
16. Ветеринарно-санитарные нормативы по безопасности кормов и кормовых добавок: ВСН–2007. – Введ. 11.01.2008. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. – 12 с.
17. Препарат для профилактики гипо-, авитоминозов и полигипомикроэлементозов у крупного рогатого скота: пат. 15803 Респ. Беларусь, МПК А 61К 31/07, С 1 / М. П. Кучинский, Г. М. Кучинская, И. А. Белькевич, О. П. Ивашкевич, С. Г. Азизбеян, В. В. Шманай, А. Р. Набиуллин; заявитель РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского» – № а 20101195; заяв. 5.08.2010; опубл. 30.04.2012 // Афіцыйны бюл. // Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 2 – С. 72–73.
18. Ермаков, В. В. Биогеохимическая эволюция таксонов биосферы в условиях техногенеза / В. В. Ермаков // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосфере: Труды биогеохим. лаб. – Т. 24. – М., 2003. – С. 5–22.
19. Замана, С. П. Эколого-биогеохимические принципы оценки и коррекции элементного состава системы почва – растения – животные: дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16, 06.01.04 / С. П. Замана; Науч.-исслед. ин-т с.-х. центральных районов Нечерноземной зоны. – М., 2006. – 350 л.
20. Millerot, E. Serum ferritin in stroke: a marker of increased body iron stores or stroke severity? / E. Millerot // J. Cereb. Blood Flow Metab. – 2005. – Vol. 25, N 10. – P. 1386–1393.
21. Selim, M. H. The role of iron in neurotoxicity in ischemic stroke / M. H. Selim // Ageing Res Rev. – 2004. – Vol. 3, N 3. – P. 345–353.
22. Ребров, В. Г. Витамины, микро- и макроэлементы / В. Г. Ребров, О. А. Громова. – М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2008. – 960 с.
23. Маев, И. В. Витамины / И. В. Маев, А. Н. Казюлин, П. А. Белый. – М.: МЕДпресс-инфо, 2011. – 544 с.
24. Кудрин, А. В. Микроэлементы в иммунологии и онкологии / А. В. Кудрин, О. А. Громова – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 554 с.
25. Морфофункциональные изменения кожи животных при сочетанном введении сульфата цинка и витамина А / Ю. А. Афанасьев [и др.] // Морфология. – 1997. – № 6. – С. 67–72.
26. Possible interaction between lameness, fertility, some minerals, and vitamin E in dairy cows / N. Kilic [et al.] // Bull. Vet. Inst. Pulawy. – 2007. – Vol. 51, N 3. – P. 425–429.
27. Таирова, А. Р. Биогеоценотическая оценка системы «почва–растения–животные» в условиях агроэкосистемы Южного Урала / А. Р. Таирова, Л. Г. Мухамедьярова // Молодость, талант, знания – ветеринарной медицине и животноводству: материалы междунар. науч.-практ. конф., Троицк, 21–24 сент. 2010 г. / Урал. гос. акад. вет. мед.; сост. И. М. Сутугина; рец. Б. А. Рунов, Н. А. Балакирев. – М., 2010. – Т. 3. – С. 365–368.

*I. A. BELKEVICH., Y. G. MISYUTA, S. E. GOLOVATY*

## MONITORING AND PHARMACORRECTION OF POLYHYPOMICROELEMENTOSIS OF CATTLE IN BELARUS

### Summary

The data obtained during the experiments witness about a wide spread of polyhypomicroelementosis of cattle in Belarus. The research establishes a close relation of chemical elements when animals live in the environment. Haircoat appears to be an informative marker when diagnosing mineral deficiency of animals. The use of complex mineral-vitamin, chelated preparations is of great value as they minimize animal products losses owing to the restore of vital microelements in animals' organisms.