

## Возрастные особенности элементного статуса скота калмыцкой породы в условиях Якутии

И. И. Слепцов<sup>1</sup>, В. А. Мачахтырова<sup>1</sup>, Г. Н. Мачахтыров<sup>2</sup>, О. А. Завьялов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Якутск, Россия

<sup>2</sup> Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова, Якутск, Россия

<sup>3</sup> Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

✉ E-mail: varvara-an@mail.ru

**Аннотация.** Целью исследования является изучение возрастных особенностей элементного статуса крупного рогатого скота, разводимого в условиях биогеохимической провинции Республики Саха (Якутия). **Объект исследования** – тёлки калмыцкой породы в возрасте 2 и 12 месяцев, а также полновозрастные коровы. В качестве биоматериала для оценки применялась шерсть, отобранная с верхней части холки животных. **Метод исследования.** Элементный состав шерсти определяли методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП). Статистическую обработку данных осуществляли при помощи U-критерия Манна – Уитни. **Научная новизна** исследований заключается в изучении закономерностей формирования элементного статуса скота в зависимости от возраста на отдельно взятой биогеохимической провинции. **Результаты.** Установлено, что элементный состав шерсти скота калмыцкой породы имел отличия в зависимости от возраста. Так, содержание Сг в шерсти коров было в 2,1 раза ( $p < 0,05$ ) выше, чем у тёлочек 2-месячного возраста и в 1,8 раза больше, чем у 12-месячных; превосходство по Fe составило 61,3 и 44,4 % ( $p < 0,05$ ) соответственно. Концентрация хрома в шерсти полновозрастных коров больше на 46 %, чем у телят ( $p < 0,05$ ), и в 1,8 раза больше, чем у молодняка 12-месячного возраста (недостоверно), кобальта и железа – соответственно на 64 и 62 % больше, чем показатели телят ( $p < 0,05$ ), при этом достоверно уступают по концентрации цинка тёлочкам 2-месячного возраста на 26,6 % ( $p < 0,05$ ) и молодняку 12-месячного возраста на 24,4 %. В шерсти коров содержалось меньше Zn, что фиксировалось на фоне максимальных значений для токсичных Pb и Sn. **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, коровы, элементный статус, шерсть, макро- и микроэлементы.

**Для цитирования:** Слепцов И. И., Мачахтырова В. А., Мачахтыров Г. Н., Завьялов О. А. Возрастные особенности элементного статуса скота калмыцкой породы в условиях Якутии // Аграрный вестник Урала. 2020. № 01 (192). С. 69–77. DOI: ...

**Дата поступления статьи:** 10.10.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Минеральные элементы являются важными составляющими организма животных и активными компонентами, участвующими в работе многих органов и систем [1, с. 14; 2, с. 1234; 3, с. 14]. При этом как избыточное, так и недостаточное количество макро- и микроэлементов приводит к определенным изменениям статуса минеральных веществ в различных органах и тканях организма животных, в результате влияя на уровень течения тех или иных обменных процессов, и в целом на здоровье животных [4, с. 74]. Элементный статус как совокупность признаков биохимических реакций информативен при диагностике различных систем организма животных [5, с. 2].

Для контроля уровня химических элементов в организме используют элементный анализ различных биосубстратов, в том числе кровь, молоко [6, с. 1190], копыта [7, с. 439; 8, с. 43–44], мочу и кал [9, с. 222]. Однако все перечисленные субстраты имеют различную степень информативности об уровне содержания макро- и микроэ-

лементов в организме. Так, например, наиболее часто используемый анализ элементного состава крови зачастую не соответствует минеральному профилю всего организма животных из-за того, что состав плазмы находится под контролем различных гомеостатических механизмов и при недостаточном уровне восполняется из возможностей и состояния организма. Кроме того, концентрация минералов в крови во многом зависит от полноценности питательного состава кормов и потребляемой воды, из-за чего диагностическая ценность таких аналитических результатов может отражать только кратковременные изменения в организме. Исследования последних лет показывают, что для определения элементного статуса организма анализ волос (шерсти) является более информативным и атравматичным биосубстратом, показывая реальный баланс макро- и микроэлементов в организме, так как минеральные элементы в них накапливаются месяцами и годами [10], в результате чего концентрация макро- и микроэлементов примерно в 50 раз выше, чем их

концентрация в крови и моче [11, с. 100]. В связи с этим волосы (шерсть) были предложены в качестве биосубстрата для изучения и оценки микроэлементного статуса в животноводстве, была разработана и апробирована принципиально новая методика взятия образцов шерсти крупного рогатого скота [12, с. 632; 13, с. 56–57].

Известно, что элементный статус животных отличается высокой подвижностью и определяется влиянием целого ряда факторов, в числе которых можно назвать генотип, условия биогеохимической провинции, сезона года, состав рациона и возраст. Так, Szigeti E., Káтай J., Komlósi I., Szabó C. (2015) установили значительные различия в содержании минеральных веществ в анализах шерсти у коров симментальской породы и породы шароле мясного направления продуктивности, тогда как место отбора волос не повлияло на минеральный профиль шерсти животных [14, с. 62]. Известно, что условия биогеохимической провинции также значительно влияют на минеральный статус разводимых в данном регионе животных. Cygan-Szczegielniak D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B., Gehrke M. (2012, 2014) в своих исследованиях установили, что образцы шерсти коров, содержащихся в хозяйствах, находящихся в разных районах, имели существенные различия в содержании определенных элементов в шерсти [15, с. 297; 16, с. 168]. Sheshnitsan T. L., Sheshnitsan S. S., Kapitalchuk M. V. (2018) определили, что концентрация микроэлементов в шерсти сельскохозяйственных животных отражает условия биогеохимической однородности зоны разведения [17, с. 171]. Cygan-Szczegielniak D. с соавторами (2012, 2014), сравнивая образцы шерсти коров, взятых в разные сезоны года – в летнее время и зимне-весеннее время, выявили, что волосы, отобранные у коров зимой, содержали более высокую концентрацию большинства элементов, кроме Fe, чем в анализах шерсти, полученных летом, установив тем самым влияние времени года на содержание макро- и микроэлементов в шерсти коров [15, с. 297; 16, с. 168]. Также ряд авторов считает, что состав рациона и применение различных добавок для корректировки минерального состава рациона влияют на элементный состав шерсти крупного рогатого скота [18, с. 5; 19, с. 444; 20, с. 444]. Pieper L., Schmidt F., Müller A.-E., Staufenbiel R. (2017) определили, что концентрация цинка в различных биосубстратах менялась в зависимости от периода лактации, показав самый низкий уровень после лактации к моменту родов. На основе полученных результатов были предложены эталонные значения данного показателя для проб крови, мочи и шерсти в зависимости от стадии лактации [21, с. 217].

В проведенных работах Мирошников С. А. с соавторами продемонстрирована перспективность изучения элементного статуса различных половозрастных групп крупного рогатого скота для зоны Южного Урала [12, с. 635; 13, с. 56; 22, с. 97]. Однако специфика пастбищного содержания в мясном скотоводстве определяет уникальность элементного статуса на отдельных территориях. В связи с этим приобретают актуальность исследования, направленные на изучение закономерностей формирования элементного статуса организма в зависимости от возраста на отдельно взятых биогеохимических провинциях.

В настоящем исследовании представлены данные по элементному статусу крупного рогатого скота калмыцкой породы в зависимости от возраста в условиях биогеохимической провинции Республики Саха (Якутия).

Цель исследования – выявление возрастных особенностей формирования элементного статуса крупного рогатого скота калмыцкой породы в условиях Якутии.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Эксперимент выполнялся на маточном поголовье скота калмыцкой породы. Возраст животных на момент отбора образцов шерсти составлял 2 и 12 месяцев для тёлочек и 7 лет для коров.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and “The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D. C. 1996)”. При проведении исследований были предприняты все меры предосторожности, для того чтобы свести к минимуму страдания животных.

Экспериментальная часть работы выполнялась в условиях Сельскохозяйственного производственного кооператива (СХПК) «Солооьун» Мегино-Кангаласского района Республики Саха (Якутия). Формирование групп проводилось из числа клинически здоровых животных.

Для проведения исследований были сформированы три группы скота калмыцкой породы в зависимости от возраста: I группа – тёлочки в возрасте 2 месяца ( $n = 12$ ), II группа – тёлочки в возрасте 12 месяцев ( $n = 12$ ), III группа – коровы в возрасте 7 лет ( $n = 12$ ). Отбор проб проводился в пастбищный период (июль), с холки животных согласно ранее разработанной методике [23].

Элементный состав биосубстратов исследовали по 25 показателям (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Sr, V, Zn) в лаборатории Общества с ограниченной ответственностью (ООО) «Микронутриенты» (г. Москва, лицензия ЛО-77-01-006064). Определение состава элементов в исследуемых пробах шерсти проводили методами масс-спектрометрии (МС-ИСП) и атомно-эмиссионной спектрометрией с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) и АЭС Optima 2000 DV и Nexion 300 D (Perkin Elmer, США).

Статистическую обработку данных осуществляли при помощи U-критерия Манна-Уитни. При статистическом анализе рассчитывали уровень значимости (P), при котором критический уровень значимости принимали меньшим или равным 0,05. Для обработки данных использовали программу Statistica 10.0.

#### Результаты исследований (Results)

В ходе проведенных исследований и анализа полученных результатов установлено, что в оцениваемых пробах шерсти крупного рогатого скота калмыцкой породы имелись существенные различия в зависимости от возраста (таблица 1).

Так, телки I группы превосходили особей из II и III групп по содержанию натрия (Na) на 13,3 ( $p < 0,05$ ) и 81,7 % ( $p < 0,01$ ); по P на 13,1 и 36,0 % ( $p < 0,05$ ). При этом уступали животным II группы по концентрации K на 32 % ( $p < 0,05$ ).

Таблица 1  
Содержание макроэлементов в шерсти исследуемых животных, мкг/г ( $M \pm m$ )

Элемент	I группа	II группа	III группа
Na	3216 ± 415	2839 ± 266*	1770 ± 239**
Ca	2213 ± 251	2603 ± 195	1711 ± 93
K	3794 ± 548	5577 ± 596*	2752 ± 278
Mg	1459 ± 183	1417 ± 197	1122 ± 153
P	285,2 ± 19,1	252,1 ± 28,8	209,7 ± 13,9*

Примечание: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$  по отношению к I группе.

Table 1  
The content of macronutrients in the wool of animals,  $\mu\text{g/g}$  ( $M \pm m$ )

Element	I group	II group	III group
Na	3216 ± 415	2839 ± 266*	1770 ± 239**
Ca	2213 ± 251	2603 ± 195	1711 ± 93
K	3794 ± 548	5577 ± 596*	2752 ± 278
Mg	1459 ± 183	1417 ± 197	1122 ± 153
P	285,2 ± 19,1	252,1 ± 28,8	209,7 ± 13,9*

Note: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$  in relation to group I.

Таблица 2  
Содержание эссенциальных микроэлементов в шерсти животных, мкг/г ( $M \pm m$ )

Элемент	I группа	II группа	III группа
Co	0,173 ± 0,029	0,219 ± 0,04	0,269 ± 0,06
Cr	1,07 ± 0,15	1,29 ± 0,18	2,32 ± 0,19*
Cu	7,96 ± 0,26	7,22 ± 0,35	7,38 ± 0,25
Fe	474,8 ± 65,2	530,4 ± 114,6	765,9 ± 99,5*
I	1,08 ± 0,270	1,04 ± 0,114	0,59 ± 0,104
Mn	12,07 ± 1,50	42,02 ± 5,66	16,27 ± 2,43
Se	0,24 ± 0,031	0,34 ± 0,024	0,28 ± 0,031
Zn	109,6 ± 5,012	107,6 ± 5,43	86,54 ± 6,33*

Примечание: \*  $p < 0,05$ .

Table 2  
The content of essential trace elements in the wool of animals,  $\mu\text{g/g}$  ( $M \pm m$ )

Element	I group	II group	III group
Co	0.173 ± 0.029	0.219 ± 0.04	0.269 ± 0.06
Cr	1.07 ± 0.15	1.29 ± 0.18	2.32 ± 0.19*
Cu	7.96 ± 0.26	7.22 ± 0.35	7.38 ± 0.25
Fe	474.8 ± 65.2	530.4 ± 114.6	765.9 ± 99.5*
I	1.08 ± 0.270	1.04 ± 0.114	0.59 ± 0.104
Mn	12.07 ± 1.50	42.02 ± 5.66	16.27 ± 2.43
Se	0.24 ± 0.031	0.34 ± 0.024	0.28 ± 0.031
Zn	109.6 ± 5.012	107.6 ± 5.43	86.54 ± 6.33*

Note: \*  $p < 0,05$ .

По содержанию кальция (Ca) в шерсти телки I группы превосходили взрослых коров на 22,6 %, но незначительно уступали годовалым телкам II группы, достоверность не выявлена. Концентрация калия (K) в шерсти телок I группы было ниже на 32 % ( $p < 0,05$ ), чем у телок II группы и на 27,5 % выше, чем у взрослых коров III группы, хотя и недостоверно. Отметим, что данный показатель у годовалых телок II группы почти в 2 раза превышал аналогичный показатель взрослых коров. Содержание магния (Mg) в I и II группах находится практически на одном уровне и выше показателя взрослых животных III группы на 23 % и 20,8 % соответственно.

Следует отметить, что содержание некоторых эссенциальных элементов в шерсти исследуемых животных имело определенную тенденцию к увеличению с возрастом (таблица 2).

В частности, содержание хрома (Cr) в шерсти коров было в 2,1 раза выше, чем у телок 2-месячного возраста ( $p < 0,05$ ) и в 1,8 раза больше, чем у 12-месячных; железа (Fe) на 61,3 и 44,4 % ( $p < 0,05$ ). В шерсти коров содержалось меньше цинка (Zn) на 21 % ( $p < 0,05$ ) и 19,6 % соответственно. Следует отметить, что если концентрация кобальта (Co), хрома (Cr) и железа (Fe) с возрастом увеличивалась, то концентрация йода (I) и цинка (Zn), наоборот, уменьшалась. А содержание меди (Cu), марганца (Mn) и селена (Se) увеличивалось или снижалось.

Содержание условно-эссенциальных микроэлементов в шерсти животных представлено в таблице 3.

Как видно из полученных результатов, взрослые животные III группы опережали представителей из I и II групп по концентрациям в шерсти никеля (Ni) в 2,9 ( $p < 0,01$ ) и 2,6 раза ( $p < 0,05$ ); кремния (Si) – в 3,2 и 2,1 раза соответственно.

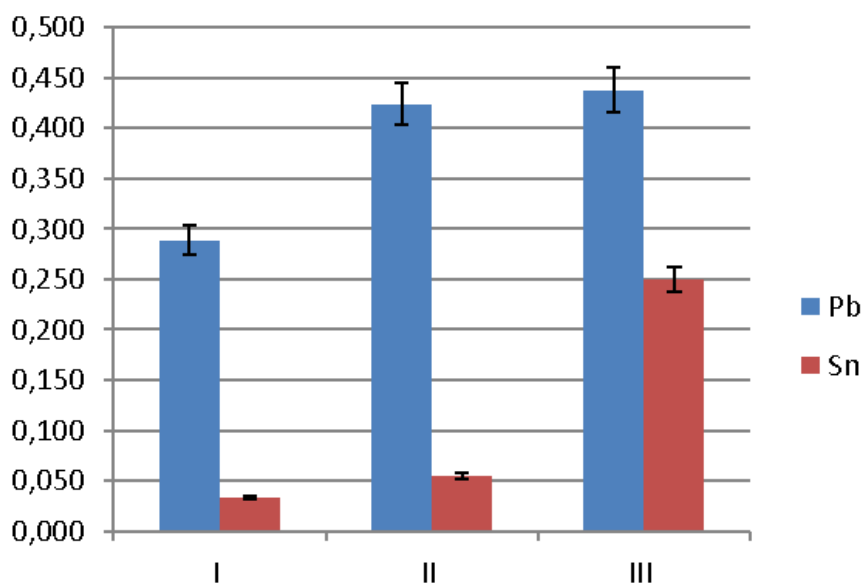


Рис. 1. Концентрация токсичных элементов Pb и Sn в зависимости от возраста животных, мкг/г  
 Fig. 1. The concentration of toxic elements Pb and Sn depending on the age of the animals, µg/g

Таблица 3

Содержание условно-эссенциальных микроэлементов в шерсти животных, мкг/г (M ± m)

Элемент	I группа	II группа	III группа
B	1,25 ± 0,11	2,95 ± 0,30	1,97 ± 0,215
Li	0,396 ± 0,066	0,45 ± 0,076	0,521 ± 0,083
Ni	0,943 ± 0,156	1,037 ± 0,13*	2,74 ± 1,046**
Si	94,5 ± 28,4	144,2 ± 47,9	297,8 ± 79,9*
Sr	6,07 ± 0,6	10,36 ± 0,8	9,40 ± 0,8
V	0,669 ± 0,119	0,787 ± 0,15	0,934 ± 0,168

Примечание: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01.

Table 1

The content of conditionally essential trace elements in animal hair, µg/g (M ± m)

Element	I group	II group	III group
B	1.25 ± 0.11	2.95 ± 0.30	1.97 ± 0.215
Li	0.396 ± 0.066	0.45 ± 0.076	0.521 ± 0.083
Ni	0.943 ± 0.156	1.037 ± 0.13*	2.74 ± 1.046**
Si	94.5 ± 28.4	144.2 ± 47.9	297.8 ± 79.9*
Sr	6.07 ± 0.6	10.36 ± 0.8	9.40 ± 0.8
V	0.669 ± 0.119	0.787 ± 0.15	0.934 ± 0.168

Note: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01.

В шерсти взрослых коров (III группа) нами фиксировались более высокие концентрации алюминия (Al), мышьяка (As), кадмия (Cd), свинца (Pb) и цинка (Sn) относительно молодых особей (рис. 1).

При этом статистически достоверные отличия (p < 0,05) были установлены по концентрациям свинца (Pb) и цинка (Sn) между животными I и II групп. Самая низкая концентрация токсичных элементов отмечена у животных I группы.

**Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Полученные результаты позволили установить существенные различия элементного статуса изученных групп животных (рис. 2).

На рисунке приводится картина отклонений (%) концентрации химических макро- и микроэлементов, содержащихся в шерсти 12-месячных тёлочек и взрослых коров 7 лет, от аналогичных показателей 2-месячных тёлочек.

Как мы видим, наблюдались четко выраженные отклонения между показателями животных II и III групп в раннем постнатальном периоде от показателей I группы. При этом значительные отличия по группам отмечались в основном по одним и тем же элементам, что указывает на обусловленную изменчивость уровня концентраций макро- и микроэлементов в шерсти крупного рогатого скота калмыцкой породы в зависимости от возраста. Так, по концентрации макроэлементов фосфора (P), калия (K), натрия (Na) тёлки, как в 2-, так и в 12-месячном возрасте превосходили показатели взрослых коров, что подтверждается результатами ранее проведенных исследований [24, с. 12]. Можно предположить, что это связано со значительно более высоким уровнем обменных процессов указанных элементов в организме интенсивно растущего молодняка, особенно в 10–12-месячном возрасте.



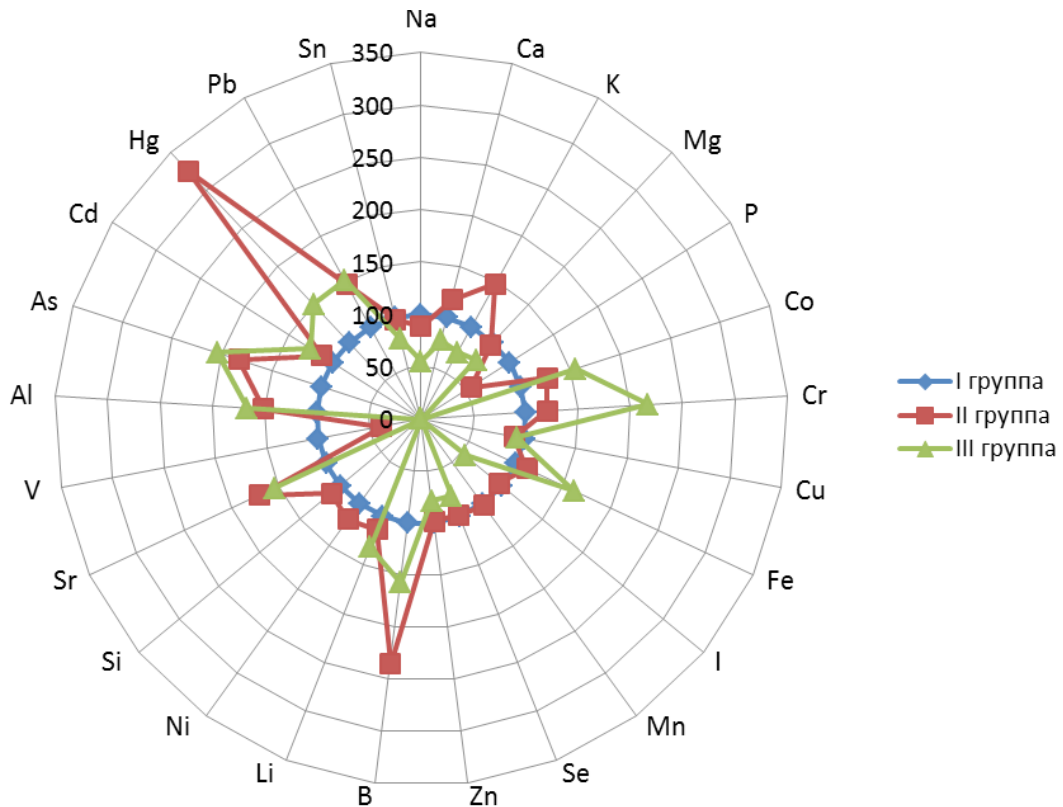


Рис. 2. Межгрупповые отклонения концентраций химических элементов у животных обследованных групп, %

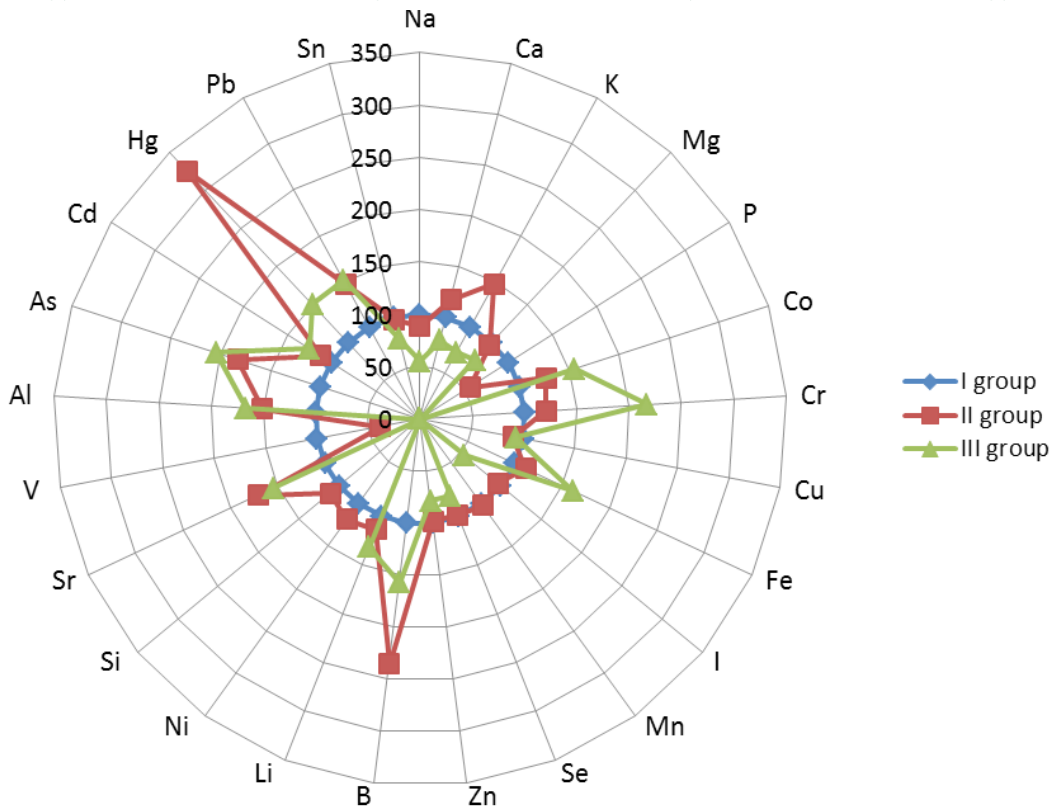


Fig. 2. Intergroup deviations of the concentration of chemical elements in the studied groups, %

Обнаруженное в нашем эксперименте увеличение концентраций токсичных свинца (Pb) и цинка (Sn) в шерсти взрослых особей относительно молодых тёлков I и II групп могло возникнуть вследствие внешнего воздействия и накопления металлов в матрице волос взрослых

коров. Это в целом согласуется с проведенными ранее исследованиями, которые продемонстрировали значительное повышение концентраций тяжелых металлов с возрастом у жителей крупных мегаполисов [25, с. 442] и у диких животных [26, с. 191].

В шерсти коров содержалось меньше цинка (Zn) чем у молодняка I и II групп. Известно, что цинк играет важную роль во многих функциях организма, включая фертильность [21, с. 213]. Следует отметить, что данные по возрастной динамике цинка в научной литературе весьма разнообразны и противоречивы [25, с. 442; 27, с. 135]. В рамках нашего эксперимента подобное явление могло быть следствием увеличивающегося давления обменного пула его антагониста – свинца (Pb) (рис. 1) [27, с. 157].

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что элементный статус крупного рогатого скота калмыцкой породы имеет существенные отличия в зависимости от возраста, при этом различия относятся в основном к одним и тем же элементам. Так,

по мере взросления происходит накопление хрома (Cr) и железа (Fe), а также токсичных металлов – свинца (Pb) и цинка (Sn), при этом давление обменного пула последних на метаболизм их антагониста – цинка (Zn) – может быть сопряжено с достоверным снижением его уровня в организме взрослых особей, и, снижение таких элементов как натрия (Na) и фосфора (P).

Более широкие исследования минерального состава шерсти крупного рогатого скота калмыцкой породы могут быть полезны для установления средних значений нормы для некоторых элементов и могут внести вклад в изучение закономерностей формирования элементного статуса в организме животных в зависимости от возраста.

#### Библиографический список

1. Луговая Е. А., Степанова Е. М., Горбачев А. Л. Подходы к оценке элементного статуса организма человека // Микроэлементы в медицине. 2015. № 16 (2). С. 10–17.
2. Калашников В. В. [и др.] Содержание макро- и микроэлементов в конском волосе как характеристика элементного статуса лошадей заводских и локальных пород в разных регионах России // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 6. С. 1234–1243.
3. Скальный А. В. [и др.] Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации // Экология человека. 2014. № 09. С. 14–17.
4. Долгая М. Н., Шаповалов С. О., Канахович Н. Ф. Физиология, потребление, ретенция и экскреция эссенциальных микроэлементов в живых организмах // Микроэлементы в медицине, ветеринарии, питании: перспективы сотрудничества и развития: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. Одесса, 2014. С. 71–77.
5. Мирошников С. А., Болодурина И. П., Арапова О. С. Закономерности формирования элементного состава биосубстратов человека и животных как основа технологии оценки и коррекции элементозов [Электронный ресурс] // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН: электронный журнал. 2014. № 4. С. 1–11. URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2014-4> (дата обращения: 24.08.2018).
6. Wang H., Liu Z., Liu Y., Qi Z., Wang S., Liu S., Dong S., Xia X., Li S. Levels of Cu, Mn, Fe and Zn in cow serum and cow milk: Relationship with trace elements contents and chemical composition in milk // Acta Scientiae Veterinariae. 2014. Vol. 42. No. 1. P. 1190.
7. Zhao X.-J., Li Z.-P., Wang J.-H., Xing X.-M., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Effects of chelated Zn/Cu/Mn on redox status, immune responses and hoof health in lactating Holstein cows // Journal of Veterinary Science. 2015. Vol. 16. No. 4. Pp. 439–446. DOI: 10.4142/jvs.2015.16.4.439.
8. Zhao X.-J., Wang X.-Y., Wang J.-H., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Oxidative Stress and Imbalance of Mineral Metabolism Contribute to Lameness in Dairy Cow // Biological Trace Element Research. 2015. Vol. 164. No. 1. Pp. 43–49. DOI: 10.1007/s12011-014-0207-1.
9. Herold A., Pieper L., Müller A.-E., Staufenbiel R. Mineral concentrations in cattle in different sample media with emphasis on fecal analysis // Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere – Nutztiere. 2018. Vol. 46. No. 4. Pp. 221–228. DOI: 10.15653/TPG-180239. (In German.)
10. Мельников А. Метод доктора Скального. Что такое анализ волос и зачем его делают? [Электронный ресурс]. URL: [https://aif.ru/health/life/metod\\_doktora\\_skalnogo\\_chno\\_takoe\\_analiz\\_volos\\_i\\_zachem\\_ego\\_delayut](https://aif.ru/health/life/metod_doktora_skalnogo_chno_takoe_analiz_volos_i_zachem_ego_delayut) (дата обращения: 18.09.2019).
11. Зайцев В. А., Плешкова А. А., Бутько З. Т., Гузик Е. О., Гресь Н. А. Изучение макро- и микроэлементного состава волос у школьников г. Минска // Микроэлементы в медицине, ветеринарии, питании: перспективы сотрудничества и развития: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. Одесса, 2014. С. 99–103.
12. Miroshnikov S. [et al.] Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. T. 14. No. 9. Pp. 632–636. DOI: 10.3923/pjn.2015.632.636.
13. Miroshnikov S. A. [et al.] The reference intervals of hair trace element content in hereford cows and heifers (Bos taurus) // Biological Trace Element Research. 2017. T. 180. No. 1. Pp. 56–62. DOI: 10.1007/s12011-017-0991-5.
14. Szigeti E., Kátai J., Komlósi I., Szabó C. Effect of breed and sampling place on the mineral content of cattle hair // Poljo-privreda. 2015. Vol. 21. No. 1. Pp. 59–62. DOI: 10.18047/poljo.21.1.sup.13. (In Croatian.)
15. Cygan-Szczegielniak D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B., Gehrke M. Content of selected mineral elements in heifer hair depending on the region and season // Medycyna Weterynaryjna. 2012. Vol. 68. No. 5. Pp. 293–298.
16. Cygan-Szczegielniak D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B. Impact of breeding region and season on the content of some trace elements and heavy metals in the hair of cows // Folia Biologica (Poland). 2014. Vol. 62. No. 3. Pp. 163–169. DOI: 10.3409/fb62\_3.163.

17. Sheshnitsan T. L., Sheshnitsan S. S., Kapitalchuk M. V. Contents of manganese, zinc, copper and molybdenum in the hair of the farm animals in the lower dnieper valley // South of Russia: Ecology, Development. 2018. Vol. 13. No. 4. Pp. 166–173. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-166-173.
18. Górski K., Saba L. Assessment of manganese levels in the soil and feeds, and in the bodies of milk cows from central-eastern Poland administered a mineral compound feed // Acta Scientiae Veterinariae. 2015. Vol. 43. No.1. Pp. 1–6.
19. Zhao X.-J., Li Z.-P., Wang J.-H., Xing X.-M., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Effects of chelated Zn/Cu/Mn on redox status, immune responses and hoof health in lactating Holstein cows // Journal of Veterinary Science. 2015. Vol. 16. No. 4. Pp. 439–446. DOI: 10.4142/jvs.2015.16.4.439.
20. Cope C. M., MacKenzie A. M., Wilde D., Sinclair L. A. Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health // Journal of Dairy Science. 2009. Vol. 92. No. 5. Pp. 2128–2135. DOI: 10.3168/jds.2008-1232.
21. Pieper L., Schmidt F., Müller A.-E., Staufenbiel R. Zinc concentrations in different sample media from dairy cows and establishment of reference values // Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere – Nutztiere. 2017. Vol. 45. No. 4. Pp. 213–218. DOI: 10.15653/TPG-160741.
22. Мирошников С. А. [и др.] Особенности формирования элементного статуса крупного рогатого скота в связи с продуктивностью и принадлежностью к половозрастной группе // Вестник мясного скотоводства. 2015. Т. 4. № 92. С. 94–99.
23. Патент Российской Федерации № 2622719. Способ диагностики элементозов молодняка крупного рогатого скота по элементному составу шерсти [Электронный ресурс] / С. А. Мирошников [и др.]. 2015. Опубл. 19.06.2017. URL: <https://findpatent.ru/patent/262/2622719.html> (дата обращения: 15.06.2018).
24. Мирошников С. А. [и др.] Элементный состав шерсти как модель для изучения межэлементных взаимодействий в организме молочного скота // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4 (96). С. 9–14.
25. Skalnaya M. G., Tinkov A. A., Demidov V. A., Serebryansky E. P., Nikonorov A. A., Skalnyi A. V. Age-related differences in hair trace elements: a cross-sectional study in Orenburg, Russia // Ann Hum Biol. 2015. Vol. 43. Pp. 438–444.
26. Kicińska A., Glichowska P., Mamak M. Micro- and macroelement contents in the liver of farm and wild animals and the health risks involved in liver consumption // Environmental Monitoring and Assessment. 2019. Vol. 191. No. 3. Pp. 191–132. DOI: 10.1007/s10661-019-7274-x.
27. Miroshnikov S. A., Notova S. V., Zavyalov O. A., Frolov A. N., Egiazaryan A. V. Animal elements of the animals: new technologies of diagnostics and correction. Orenburg, 2018. 246 p.

#### Об авторах:

Иван Иванович Слепцов<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, ректор, ORCID 0000-0001-8419-3986, AuthorID 437865; +7 (4112) 50-79-71, [ysaa.ykt@gmail.com](mailto:ysaa.ykt@gmail.com)

Варвара Анатольевна Мачахтырова<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, доцент, ORCID 0000-0002-0988-0943, AuthorID 683323; +7 (4112) 50-79-71, [varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru)

Григорий Николаевич Мачахтыров<sup>2</sup>, кандидат биологических наук, заместитель директора, ORCID 0000-0002-8328-4744, AuthorID 707021; +7 (4112) 21-55-74, [aylga@mail.ru](mailto:aylga@mail.ru)

Олег Александрович Завьялов<sup>3</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, ORCID 0000-0003-2033-3956, AuthorID 618390; +7 (3532) 43-46-78, [oleg-zavyalov83@mail.ru](mailto:oleg-zavyalov83@mail.ru)

<sup>1</sup> Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Якутск, Россия

<sup>2</sup> Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск, Россия

<sup>3</sup> Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

## Age features of elemental status for the Kalmyk cattle breed under conditions of Yakutia

I. I. Sleptsov<sup>1</sup>, V. A. Machakhtyrova<sup>1</sup>✉, G. N. Machakhtyrov<sup>2</sup>, O. A. Zavyalov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Yakutsk State Agricultural Academy, Yakutsk, Russia

<sup>2</sup> Yakutsk Agricultural Research Institute named after M. G. Safronov, Yakutsk, Russia

<sup>3</sup> Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

✉E-mail: [varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru)

**Abstract. The purpose** The purpose of the study is to investigate age features of elemental status for the Kalmyk cattle breed, which is bred under conditions of biogeochemical province in the Republic of Sakha (Yakutia). **The object of study** is calves at 2 months of age (n = 7), chicks at 12 months of age (n = 7) and cows (n = 7) bred in the biogeochemical province of Yakutia. **Methods.** The elemental composition of the hair was defined by the methods of atomic emission spectrometry with inductively

coupled plasma. Statistical data processing was conducted with a usage of Mann-Whitney U-test. **The scientific novelty** of the research is to study the patterns of formation of the elemental status of livestock depending on age. **Results.** It was found that the elemental composition of the Kalmyk cattle's hair had differences depending on the age. Thus, heifers in 2 and young of 12 months of age exceeded the group of full-aged cows in the content of macronutrients in the wool: sodium by 81.6 and 60.4 % ( $p < 0.05$ ); potassium – by 38.9 % and 2 times, respectively ( $p < 0.05$ ); calcium – by 29.3 and 52.1 % ( $p < 0.05$ ); phosphorus – by 35.9 ( $p < 0.05$ ) and 20.2 %; magnesium by 30 and 26.4 % (unreliable). The concentration of chromium in the wool of full-aged cows is 46 % higher than that of calves ( $p < 0.05$ ) and 1.8 times higher than that of 12-month-old calves (unreliable).

**Keywords:** cattle, cows, hair, elemental status, macro- and microelements,

**For citation:** Sleptsov I. I., Machakhtyrova V. A., Machakhtyrov G. N., Zavyalov O. A. Vozrastnyye osobennosti elementnogo statusa skota kalmyskoy porody v usloviyakh Yakutii [Age features of elemental status for the Kalmyk cattle breed under conditions of Yakutia] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 01 (192). Pp. 69–77. DOI: ... (In Russian.)

**Paper submitted:** 10.10.2019.

### References

- Lugovaya E. A., Stepanova E. M., Gorbachev A. L. Podkhody k otsenke elementnogo statusa organizma cheloveka [Approaches to the body element status assessment] // Trace Elements in Medicine. 2015. No. 16 (2). Pp. 10–17. (In Russian.)
- Kalashnikov V. V., Bagirov V. A., Zaitsev A. M. [et al.] Soderzhanie makro- i mikroelementov v konskom volose kak kharakteristika elementnogo statusa loshadei zavodskikh i lokal'nykh porod v raznykh regionakh Rossii [Hair macro- and microelement levels as estimates of mineral status in horses of stud and local breeds from different Russian regions] // Agricultural Biology. 2017. T. 52. No. 6. Pp. 1234–1243. (In Russian.)
- Skalnyy A. V. [et al.] Regional'nye osobennosti elementnogo gomeostaza kak pokazatel' ekologo-fiziologicheskoi adaptatsii [Regional features of the elemental homeostasis as an indicator of ecological and physiological adaptation] // Human Ecology. 2014. No. 09. Pp. 14–17. (In Russian.)
- Dolgaya M. N., Shapovalov S. O., Kanahovich N. F. Fiziologiya, potreblenie, retentsiya i ekskretsiya esencial'nykh mikroelementov v zhivykh organizmakh [Physiology, consumption, retention and excretion essential microelements in organisms] // Mikroelementy v medicine, veterinarii, pitanii: perspektivy sotrudnichestva i razvitiya: sbornik tezisov dokladov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Odessa, 2014. Pp. 71–77. (In Russian.)
- Miroshnikov S. A., Bolodurina I. P., Arapova O. S. Zakonomernosti formirovaniya elementnogo sostava biosubstratov cheloveka i zhivotnykh kak osnova tekhnologii otsenki i korrektsii elementozov [Formation regularities of elemental composition of human and animal bio substrates as basis for assessment and correction technology of elementosis] // Bulletin of the Orenburg Scientific Center UB RAS. 2014. No. 4. Pp. 1–11. URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2014-4> (appeal date: 24.08.2018). (In Russian.)
- Wang H., Liu Z., Liu Y., Qi Z., Wang S., Liu S., Dong S., Xia X., Li S. Levels of Cu, Mn, Fe and Zn in cow serum and cow milk: Relationship with trace elements contents and chemical composition in milk // Acta Scientiae Veterinariae. 2014. Vol. 42. No. 1. P. 1190.
- Zhao X.-J., Li Z.-P., Wang J.-H., Xing X.-M., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Effects of chelated Zn/Cu/Mn on redox status, immune responses and hoof health in lactating Holstein cows // Journal of Veterinary Science. 2015. Vol. 16. No. 4. Pp. 439–446. DOI: 10.4142/jvs.2015.16.4.439.
- Zhao X.-J., Wang X.-Y., Wang J.-H., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Oxidative Stress and Imbalance of Mineral Metabolism Contribute to Lameness in Dairy Cow // Biological Trace Element Research. 2015. Vol. 164. No. 1. Pp. 43–49. DOI: 10.1007/s12011-014-0207-1.
- Herold A., Pieper L., Müller A.-E., Staufienbiel R. Mineral concentrations in cattle in different sample media with emphasis on fecal analysis // Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere – Nutztiere. 2018. Vol. 46. No. 4. Pp. 221–228. DOI: 10.15653/TPG-180239. (In German.)
- Mel'nikov A. Metod doktora Skal'nogo. CHto takoe analiz volos i zachem ego delayut? [e-resource] [Method of Dr. Skal'nyy. What is hair analysis and why is it done?]. URL: [https://aif.ru/health/life/metod\\_doktora\\_skalnogo\\_chto\\_takoe\\_analiz\\_volos\\_i\\_zachem\\_ego\\_delayut](https://aif.ru/health/life/metod_doktora_skalnogo_chto_takoe_analiz_volos_i_zachem_ego_delayut) (appeal date: 18.09.2019). (In Russian.)
- Zaytsev V. A., Pleshkova A. A., But'ko Z. T., Guzik E. O., Gres' N. A. Izuchenie makro- i mikroelementnogo sostava volos u shkol'nikov g. Minska [The study of macro- and microelement composition of hair in schoolchildren of Minsk] // Mikroelementy v medicine, veterinarii, pitanii: perspektivy sotrudnichestva i razvitiya: sbornik tezisov dokladov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Odessa, 2014. Pp. 99–103. (In Russian.)
- Miroshnikov S. [et al.] Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. T. 14. No. 9. Pp. 632–636. DOI: 10.3923/pjn.2015.632.636.
- Miroshnikov S. A. [et al.] The reference intervals of hair trace element content in hereford cows and heifers (Bos taurus) // Biological Trace Element Research. 2017. T. 180. No. 1. Pp. 56–62. DOI: 10.1007/s12011-017-0991-5.
- Szigeti E., Kátai J., Komlósi I., Szabó C. Effect of breed and sampling place on the mineral content of cattle hair // Poljo-privreda. 2015. Vol. 21. No. 1. Pp. 59–62. DOI: 10.18047/poljo.21.1.sup.13. (In Croatian.)



15. Cygan-Szczegieliński D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B., Gehrke M. Content of selected mineral elements in heifer hair depending on the region and season // *Medycyna Weterynaryjna*. 2012. Vol. 68. No. 5. Pp. 293–298.
16. Cygan-Szczegieliński D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B. Impact of breeding region and season on the content of some trace elements and heavy metals in the hair of cows // *Folia Biologica (Poland)*. 2014. Vol. 62. No. 3. Pp. 163–169. DOI: 10.3409/fb62\_3.163.
17. Sheshnitsan T. L., Sheshnitsan S. S., Kapitalchuk M. V. Contents of manganese, zinc, copper and molybdenum in the hair of the farm animals in the lower dnieper valley // *South of Russia: Ecology, Development*. 2018. Vol. 13. No. 4. Pp. 166–173. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-166-173.
18. Górski K., Saba L. Assessment of manganese levels in the soil and feeds, and in the bodies of milk cows from central-eastern Poland administered a mineral compound feed // *Acta Scientiae Veterinariae*. 2015. Vol. 43. No.1. Pp. 1–6.
19. Zhao X.-J., Li Z.-P., Wang J.-H., Xing X.-M., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Effects of chelated Zn/Cu/Mn on redox status, immune responses and hoof health in lactating Holstein cows // *Journal of Veterinary Science*. 2015. Vol. 16. No. 4. Pp. 439–446. DOI: 10.4142/jvs.2015.16.4.439.
20. Cope C. M., MacKenzie A. M., Wilde D., Sinclair L. A. Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health // *Journal of Dairy Science*. 2009. Vol. 92. No. 5. Pp. 2128–2135. DOI: 10.3168/jds.2008-1232.
21. Pieper L., Schmidt F., Müller A.-E., Staufenbiel R. Zinc concentrations in different sample media from dairy cows and establishment of reference values // *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere – Nutztiere*. 2017. Vol. 45. No. 4. Pp. 213–218. DOI: 10.15653/TPG-160741.
22. Miroshnikov S. A. [et al.] Osobennosti formirovaniya elementnogo statusa krupnogo rogatogo skota v svyazi s produktivnost'yu i prinadlezhnost'yu k polovozrastnoi gruppe [Peculiarities of formation of cattle elemental composition due to efficiency and belonging to some gender and age group] // *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2015. T. 4. No. 92. Pp. 94–99. (In Russian.)
23. Patent No. 2622719 of Russian Federation. Sposob diagnostiki elementozov molodnyaka krupnogo rogatogo skota po elementnomu sostavu shersti [Method for elementosis diagnostics in young cattle based on element composition of wool] [e-resource] / Miroshnikov S. A. [et al.]. 2015. Published 19.06.2017. URL: <https://findpatent.ru/patent/262/2622719.html> (appeal date: 15.06.2018). (In Russian.)
24. Miroshnikov S. A. [et al.] Elementnyi sostav shersti kak model' dlya izucheniya mezhelemenetnykh vzaimodeistvii v organizme molochnogo skota [The elemental composition of hair as a model for the study of inter-element interactions] // *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2016. No. 4 (96). Pp. 9–14. (In Russian.)
25. Skalnaya M. G., Tinkov A. A., Demidov V. A., Serebryansky E. P., Nikonorov A. A., Skalny A. V. Age-related differences in hair trace elements: a cross-sectional study in Orenburg, Russia // *Ann Hum Biol*. 2015. Vol. 43. Pp. 438–444.
26. Kicińska A., Glichowska P., Mamak M. Micro- and macroelement contents in the liver of farm and wild animals and the health risks involved in liver consumption // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2019. Vol. 191. No. 3. DOI: 10.1007/s10661-019-7274-x.
27. Miroshnikov S. A., Notova S. V., Zavyalov O. A., Frolov A. N., Egiazyryan A. V. Animal elements of the animals: new technologies of diagnostics and correction. Orenburg, 2018. 246 p.

#### Authors' information:

I. I. Sleptsov<sup>1</sup>, candidate of economic sciences, rector, ORCID 0000-0001-8419-3986, AuthorID 437865

V. A. Machakhtyrova<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, associate professor, ORCID 0000-0002-0988-0943, AuthorID 683323; [varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru)

G. N. Machakhtyrov<sup>2</sup>, candidate of biological sciences, vice director, ORCID 0000-0002-8328-4744, AuthorID 707021

O. A. Zavyalov<sup>3</sup>, candidate of agricultural sciences, senior researcher of department of technology for beef cattle breeding and beef production, ORCID 0000-0003-2033-3956, AuthorID 618390; [oleg-zavyalov83@mail.ru](mailto:oleg-zavyalov83@mail.ru)

<sup>1</sup> Yakutsk State Agricultural Academy, Yakutsk, Russia

<sup>2</sup> Yakutsk Agricultural Research Institute named after M. G. Safronov, Yakutsk, Russia

<sup>3</sup> Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia