

**Оценка адаптационных качеств герефордского скота импортной селекции к условиям Южно-Уральской биогеохимической провинции на основе изучения репродуктивных качеств и биохимических показателей сыворотки крови**

Алексей Николаевич Фролов<sup>1</sup>, Олег Александрович Завьялов<sup>2</sup>, Анатолий Васильевич Харламов<sup>3</sup>,  
Гари А Морган<sup>4</sup>, Иван Михайлович Дунин<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup>Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

<sup>4</sup>Veterinary Management Services Ltd, Остров принца Эдварда, Канада

<sup>5</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, Московская область, Россия

<sup>1</sup>forleh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4525-2554>

<sup>2</sup>oleg-zavyalov83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2033-3956>

<sup>3</sup>fncbst@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9477-6568>

<sup>5</sup>vniiplem@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4310-9551>

**Аннотация.** В статье представлена оценка адаптационных качеств герефордского скота импортной селекции к условиям Южно-Уральской биогеохимической провинции на основе изучения репродуктивных качеств и биохимических показателей сыворотки крови. Результаты оценки показали, что при первом осеменении у тёлочек герефордской породы импортной селекции выявились проблемы с воспроизводительными функциями – 7,8 % не осеменилось, у 70 % осеменённых животных отмечались тяжёлые роды, в дальнейшем, будучи коровами, роды проходили легко. У первотёлок отмечались послеродовые осложнения в виде выпадения матки, послеродового эндометрита, разрыва вульвы. По мере адаптации животных к новой биогеохимической провинции в их организме происходили существенные изменения биохимических показателей крови, а именно увеличение содержания общего белка, альбуминов, АсАТ, витамина А, каротина, при снижении общего содержания глобулинов и его фракций.

Оценка минерального состава сыворотки крови показала, что за 9 месяцев пребывания скота в новой биогеохимической провинции в её составе снизились концентрации Ca, Se, Cu, Co, Zn, при повышении Fe и Mn. Сравнение с физиологической нормой содержания элементов в сыворотке крови выявило, что из 8 изучаемых химических элементов в начале эксперимента 7 выходило за пределы нормы, через 9 месяцев эксперимента их количество снизилось до 5.

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот, импортный скот, герефордская порода, адаптация, репродуктивные качества, биохимические показатели крови, химические элементы

**Для цитирования:** Фролов А.Н., Завьялов О.А., Харламов А.В., Морган Г.А., Дунин И.М. Оценка адаптационных качеств герефордского скота импортной селекции к условиям Южно-Уральской биогеохимической провинции на основе изучения репродуктивных качеств и биохимических показателей сыворотки крови // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104, № 4. С. 79-88. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-79>

PRODUCTION TECHNOLOGY, QUALITY AND ECONOMY IN BEEF CATTLE BREEDING

Original article

**Assessment of the adaptation qualities of Hereford livestock of imported breeding to the conditions of the South Ural biogeochemical province based on the study of reproductive qualities and biochemical values of blood serum**

Alexey N Frolov<sup>1</sup>, Oleg A Zavyalov<sup>2</sup>, Anatoly V Kharlamov<sup>3</sup>, Gary A Morgan<sup>4</sup>, Ivan M Dunin<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup>Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

<sup>4</sup>Veterinary Management Services Ltd, Prince Edward Island, Canada

<sup>5</sup>All-Russian Research Institute of Breeding Work, Moscow region, Village Forest Glades, Russia

<sup>1</sup>forleh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4525-2554>

<sup>2</sup>oleg-zavyalov83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2033-3956>

<sup>3</sup>fncbst@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9477-6568>

<sup>5</sup>vniiplem@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4310-9551>

**Abstract.** The work evaluates the adaptation qualities of Hereford livestock of imported breeding to the conditions of the South Ural biogeochemical province based on the study of reproductive qualities and

biochemical values of blood serum. The evaluation results showed that during the first insemination of the Hereford breed of imported selection, problems with reproducing functions were revealed - 7.8% did not become inseminated, 70% of inseminated animals had heavy births, but later the childbirth was easy. In the first-calf cowbane, postpartum complications were noted in the form of uterine loss, postpartum endometritis, rupture of the vulva. As animals adapt to the new biogeochemical province, their body undergoes significant changes in the biochemical parameters of blood. There are an increase in the content of total protein, albumins, AST, vitamin A, carotene, with a decrease in the total content of globulins and its fractions.

Evaluation of the serum mineral composition showed that over 9 months of the stay of cattle in the new biogeochemical province in its composition, concentrations have decreased the concentration of Ca, Se, Cu, Co, Zn, with an increase in Fe and Mn. A comparison with the physiological norm of serum elements showed that if at the beginning of the experiment out of 8 chemical elements studied 7 went beyond the norm, then by the end their number decreased to 5.

**Keywords:** cattle, imported cattle, Hereford breed, adaptation, reproductive qualities, biochemical blood values, chemical elements

**For citation:** Frolov AN, Zavyalov OA, Kharlamov AV, Morgan GA, Dunin IM. Assessment of the adaptation qualities of Hereford livestock of imported breeding to the conditions of the South Ural biogeochemical province based on the study of reproductive qualities and biochemical values of blood serum. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(4):78-88. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-79>

#### **Введение.**

Интенсивное ведение животноводства вынуждает аграриев к использованию высокопродуктивных пород и типов крупного рогатого скота. Зачастую это обеспечивается завозом лучшего мирового генофонда крупного рогатого скота из-за рубежа.

Однако успешная адаптация к новым условиям обитания сопряжена с морфофункциональными изменениями в организме животных (Young BA et al., 1989), в том числе на уровне минерального обмена (Izgüt-Uysal VN et al., 2000; Sheibaninia A., 2014), которые приводят к перестройке иммунного и метаболического профиля крупного рогатого скота, сопровождающейся в начальный период стрессовым состоянием, что в первую очередь отражается на репродуктивных качествах (Голиков А.Н., 1988; Cooke RF et al., 2020).

Возникает необходимость оценки адаптационных возможностей импортного скота к конкретной биогеохимической провинции для выявления пород, хорошо приспособляющихся и проявляющих высокие продуктивные качества. Игнорирование этого нередко приводит к сокращению продуктивного использования, не реализации продуктивных, генетических возможностей, вырождению и даже гибели (Санданов Ч.М. и др., 2012; Vorobyov V et al., 2018).

Это объясняется ещё и тем, что существенные различия регионов по антропогенному воздействию на окружающую среду приводят к нарушению экологического равновесия между окружающей средой и организмом животного, что приводит к сбою адаптационных механизмов и возникновению ряда новых заболеваний, в результате которых ухудшается здоровье и снижается продуктивность скота.

В связи с этим оценка адаптационных качеств герефордского скота импортной селекции, включающая изучение репродуктивных качеств, биохимических показателей крови в условиях конкретной биогеохимической провинции, является актуальной.

#### **Цель исследования.**

Изучить в динамике репродуктивные качества и биохимические показатели сыворотки крови у герефордского скота импортной селекции в процессе их адаптации.

#### **Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Тёлки и коровы герефордской породы импортной селекции, полученные в марте-апреле на территории провинции Квебек (Канада) и привезённые в ООО «КХ им Калинина» Оренбургской области, живой массой 280-300 кг, возрастом 14-15 месяцев.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава СССР № 755 от 12.08 1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных») и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества исследованных опытных образцов.

**Схема эксперимента.** Оценка адаптационных качеств импортного герефордского скота к условиям Южно-Уральской биогеохимической провинции проведена на базе ООО «КХ им. Калинина» Оренбургской области. Воспроизводительные качества коров и нетелей (374 головы) оценивались на протяжении 4 лет по показателям: оплодотворяемость от 1, 2, 3 случки, количество неплодотворённых, выбраковка по причине послеродовых осложнений и другим видам, количество выкидышей, выход телят и их сохранность. Осеменение коров и тёлочек проводилось методом ручной случки 25 быками-производителями, завезёнными из Канады, не родственными линиями женским особям.

Оценка обмена веществ в процессе адаптации в динамике (зима, весна, осень) изучена по биохимическим показателям сыворотки крови, включая концентрацию химических элементов (Ca, P, Se, Fe, Cu, Co, Zn, Mn; n=21).

Отбор проб крови производили из хвостовой вены утром до кормления и поения на уровне средней трети тела 2-5 хвостовых позвонков. Кровь для биохимических исследований отбирали в вакуумные пробирки с активатором свертывания (Hebei Xinl Sky&Tech Co., Ltd, Китай), иглы для забора крови – Bodaywin.

**Оборудование и технические средства.** Изучение биохимических показателей крови проводилось на сертифицированном оборудовании в лабораториях ЦКП БСТ РАН (г. Оренбург) <https://xn---btbzumgw.xn--p1ai/> и ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (г. Владимир).

**Статистическая обработка.** Для проверки гипотезы о нормальности распределения количественных признаков применяли критерий Шапиро-Уилка. При вычислении средних значений и в качестве меры центральной тенденции использовали медиану (Me). Закон распределения исследуемых числовых показателей отличался от нормального, поэтому достоверность различий проверяли при помощи U-критерия Манна-Уитни. Во всех процедурах статистического анализа рассчитывали достигнутый уровень значимости (P), при этом критический уровень значимости в данном исследовании принимался меньшим или равным 0,05. Для обработки данных использовали пакет прикладных программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

### **Результаты исследований.**

Для получения турского отёла в поздне-осенние и зимние месяцы года в конце января произведён подбор и закрепление быков-производителей за каждой группой тёлочек и коров из расчёта 1 бык на 25 голов. Воспроизводительные качества тёлочек и коров приведены в таблице 1.

В октябре начался массовый отёл нетелей, у 70 % из которых отмечались тяжёлые роды, им было оказано родовспоможение. У животных отмечались послеродовые осложнения в виде выпадения матки, послеродового эндометрита, разрыва вульвы. В последующем у коров роды проходили легко. Как видно из данных приведённой таблицы, за 4 года нахождения в условиях Оренбургской области количество завезённых животных уменьшилось на 101 голову.

Одним из высокоинформативных лабораторных тестов, позволяющих судить о состоянии и функциональном статусе внутренних органов и систем организма животного, является биохимический анализ крови. Важность данного теста у импортного скота характеризуется адаптационными изменениями, происходящими в организме животного (табл. 2).

Таблица 1. Репродуктивные качества тёлочек и коров герефордской породы импортной селекции  
Table 1. Reproductive qualities of heifers and cows of the imported selection Hereford breed

Показатель / Indicator	Годы / Years			
	1	2	3	4
Количество животных, гол./Number of animals, heads	374	327	302	286
Всего оплодотворено:/Total fertilized:	345	313	291	277
после 1 осеменения/after 1 insemination	278	232	203	195
после 2 осеменения/after 2 insemination	36	66	64	65
после 3 осеменения/after 3 insemination	31	15	24	17
не оплодотворилось/ did not fertilize	29	14	11	9
Выбыло всего, гол./ dropped out, heads	18	11	5	4
по причине послеродовых осложнений/ due to postpartum complications	14	5	2	2
другие причины/ other reasons	4	6	3	2
Количество выкидышей/ number of miscarriages	14	6	5	4
Родилось телят/ calves were born	331	307	286	273
Пало/ calves die	16	8	7	4
Сохранность телят, %/safety of calves, %	95,2	97,4	97,6	98,5

Таблица 2. Динамика изменений биохимических показателей крови  
тёлочек герефордской породы импортной селекции/  
Table 2. Dynamics of changes in biochemical blood values Hereford breed of imported selection

Table 2. Dynamics of changes in biochemical blood values Hereford breed of imported selection

Показатель / Indicator	Норма <sup>1</sup> /Norm	Время отбора / Sampling time	
		03.2010	03.2011
Общий белок, г/л / Total protein, g/l	72,0-86,0	81,6±0,89	82,9±1,0**
Альбумины, %/ Albumins, %	38-50	35,8±1,2	43,7±0,7***
Глобулины, в т.ч./ Globulins, including	50-62	64,3±1,2	56,3±0,7***
α, %	12-20	17,3±0,8	14,1±1,1***
β, %	10-16	19,5±2,3	17,8±0,7
γ, %	25-40	27,4±1,1	24,4±0,4***
АСТ, ммоль/л/ AST, mmol/L	0,85-1,5	0,46±0,12	0,92±0,08***
АЛТ, ммоль/л/ ALT, mmol/L	0,55-1,0	0,76±0,21	0,73±0,09
Са, ммоль/л/ Ca, mmol/L	2,2-3,3	2,68±0,36	2,71±0,35
Р, ммоль/л/ P, mmol/L	1,4-2,5	1,87±0,22	1,85±0,21
Каротин, мкмоль/л/ Carotene, μmol/l	7,5-11,0	6,19±0,28	8,43±1,17***
Витамин А, мкмоль/л/ Vitamin A, μmol/L	4,2-7,0	2,13±0,32	4,43±0,13***

Примечание: \* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – при  $P \leq 0,001$  по сравнению с 03.2010 г.

<sup>1</sup> – нормы содержания веществ в крови приводятся со справочника Кондрахин И.П. (2004)

Note: \* – at  $P \leq 0,05$ ; \*\* – at  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – at  $P \leq 0,001$  compared to 03.2010 g

<sup>1</sup> – blood content standards are given from Kondrakhin I.P. (2004)

По мере адаптации тёлочек к новой биогеохимической провинции в их микромолекулярном организме происходят существенные изменения в концентрациях некоторых элементов в сыворотке крови. Так, в течение года нахождения животных в новых условиях обитания в сыворотке крови увеличилась концентрация общего белка на 1,6 % ( $P \leq 0,01$ ), его альбуминовой фракции – на 22,3 % ( $P \leq 0,001$ ), АсАТ – на 99,46 % ( $P \leq 0,001$ ), витамина А – на 106,3 % ( $P \leq 0,001$ ), каротина – на 36,2 % ( $P \leq 0,001$ ), при снижении общего содержания глобулинов – на 12,4 % ( $P \leq 0,001$ ), и его фракций: α-глобулинов – на 18,7 % ( $P \leq 0,001$ ), γ-глобулинов – на 10,8 % ( $P \leq 0,001$ ).

Важное значение также приобретает изучение минерального состава в сыворотке крови (табл. 3).

Таблица 3. Концентрация химических элементов в сыворотке крови тёлочек герефордской породы импортной селекции

Table 3. Concentration of chemical elements in serum of Hereford breed heifers of imported selection

Показатель / Indicator	Норма / Norm	Время отбора / Sampling time		
		зима / Winter	весна / Spring	осень / Autumn
Ca, мг % / Ca, mg%	9,5-13,5	33,3±19,0	16,1±5,6 <sup>a</sup>	10,1±1,3 <sup>бв</sup>
P, мг % / P, mg%	4,5-6,5	5,9±0,8	5,8±0,9	6,0±0,7
Se, мкг % / Se, µg%	8,0-11,0	13,3±1,4	7,8±0,9 <sup>a</sup>	3,9±1,0 <sup>бв</sup>
Fe, мкг % / Fe, µg%	90-110	294,3±165,5	116,0±72,0 <sup>a</sup>	451,4±196,9 <sup>бв</sup>
Cu, мкг % / Cu, µg%	75,0-95,0	96,2±39,7	88,5±28,8	72,1±11,6 <sup>б</sup>
Co, мкг % / Co, µg%	1,5-4,0	11,0±2,4	7,4±1,8 <sup>a</sup>	2,8±0,9 <sup>бв</sup>
Zn, мкг % / Zn, µg%	130,0-170,0	285,0±26,5	151,2±25,5 <sup>a</sup>	108,1±34,6 <sup>бв</sup>
Mn, мкг % / Mn, µg%	2,0-10,0	0,8±0,2	3,8±2,0 <sup>a</sup>	1,5±0,8 <sup>бв</sup>

Примечание: <sup>a</sup> – время отбора зима по сравнению с весной ( $P \leq 0,05$ ); <sup>б</sup> – зима по сравнению с осенью ( $P \leq 0,05$ ); <sup>бв</sup> – весна по сравнению с осенью ( $P \leq 0,05$ ).

Note: <sup>a</sup> – time of winter selection compared to spring ( $P \leq 0,05$ ); <sup>б</sup> – winter compared to autumn ( $P \leq 0,05$ ); <sup>бв</sup> – spring compared to autumn ( $P \leq 0,05$ ).

Как видно из полученных данных, по мере адаптации тёлочек к новым условиям содержания и кормления, происходят существенные изменения и в концентрации минеральных веществ в сыворотке крови. Так, за 9 месяцев наблюдения за физиологическим состоянием животных снизилось содержание Ca на 69,6 % ( $P \leq 0,001$ ), Se – на 70,8 % ( $P \leq 0,001$ ), Cu – на 25,1 % ( $P \leq 0,05$ ), Co – на 74,8 % ( $P \leq 0,001$ ), Zn – на 62,1 % ( $P \leq 0,001$ ), при повышении Fe – на 53,4 % ( $P \leq 0,05$ ), Mn – на 94,7 % ( $P \leq 0,001$ ). Если сравнивать с физиологической нормой содержания элементов в сыворотке крови, следует отметить, что в феврале (зима) из 8 изучаемых химических элементов 7 выходили за пределы нормы, в ноябре (осень) их количество снизилось до 5. Интересен и тот факт, что по мере нахождения животных на территории Оренбургской области происходило снижение концентрации Se, что объяснимо её эндемичностью по данному показателю.

Для информативности изменений, происходящих в элементном статусе животных, были построены графики отклонений от начала наблюдения (рис. 1, 2).

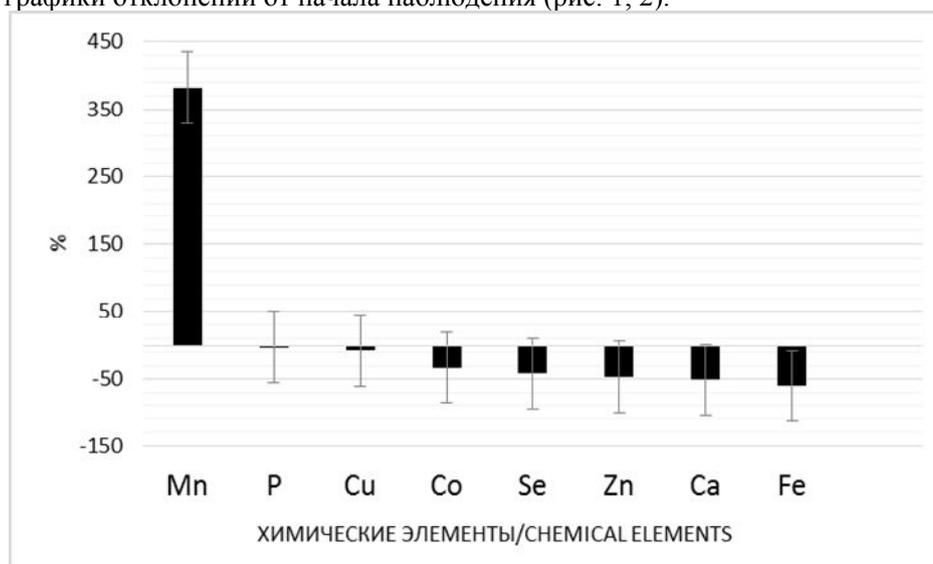
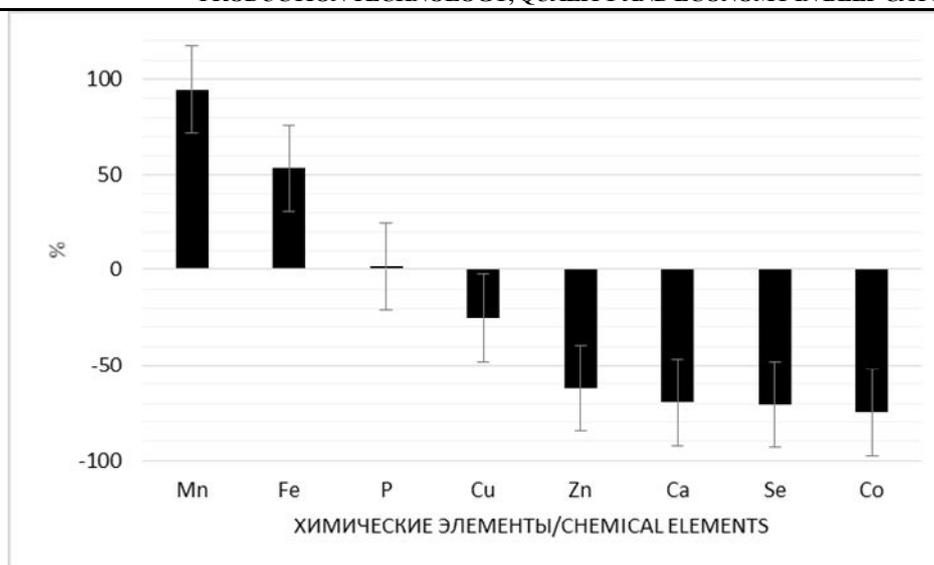


Рис. 1 – Динамика изменений элементного профиля тёлочек герефордской породы канадской селекции в процессе адаптации, весна относительно зимы, %

Figure 1 – Dynamics of changes in the elemental profile of the Hereford heifers of Canadian breed during adaptation, spring relative to winter, %



**Рис. 2 – Динамика изменений элементного профиля тёлочек герефордской породы канадской селекции в процессе адаптации, осень относительно зимы, %**  
**Figure 2 – Dynamics of changes in the elemental profile of the Hereford heifers of Canadian breed during adaptation, autumn relative to winter, %**

Как видно из представленных рисунков, по мере адаптации к новым природно-климатическим условиям концентрации минеральных веществ в сыворотке крови существенно изменяются.

#### **Обсуждение полученных результатов.**

Одной из перспективных, динамично развивающихся отраслей сельского хозяйства, является мясное скотоводство, ареал распространения мясного скота охватывает 79 субъектов Российской Федерации с различными природно-климатическими условиями. Ввиду такого распространения встаёт вопрос об использовании высокопродуктивных племенных животных для улучшения как продуктивных, так и качественных характеристик получаемой мясной продукции. Имеющийся в стране племенной скот не обеспечивает эти потребности как по количеству, так и по породной структуре (Гамарник Н.Г. и др., 1999; Амерханов Х.А. и др., 2000).

Появляется необходимость в развитии отрасли мясного скотоводства путём совершенствования существующих отечественных пород с привлечением новых перспективных ресурсов мирового генофонда. Успех разведения импортного скота зависит в первую очередь от его адаптационных способностей в конкретных природно-климатических условиях. Зачастую ценный генетический потенциал завезённого скота используется недостаточно ввиду его проблем с адаптацией, которая определяется способностью выживать и размножаться в новой среде (Бугасов Б.Ж. и Татаркина Н.И., 2016; Prayaga KS et al., 2005). Перемещение скота на большие расстояния в другие биогеохимические провинции способно привести к патологии и падежу.

В связи с этим нами проведена комплексная оценка адаптационных качеств основного стада импортного герефордского скота: 399 голов, из них 374 тёлки и 25 бычков живой массой 280-300 кг, возрастом 14-15 месяцев, завезённых в ООО «КХ им. Калинина» Оренбургской области.

При первом отёле нетелей герефордской породы импортной селекции выявились проблемы с воспроизводительными качествами: отмечались тяжёлые роды с дальнейшими осложнениями в виде выпадения матки, послеродовых эндометритов, разрыва вульвы. В последующем, став коровами, роды проходили легко. Снижение численности основного стада за 4 года наблюдений составило более 25 %. Полученные нами данные согласуются с результатами, опубликованными по вы-

сокопродуктивному молочному скоту (Шаркаева Г.А., 2016), при этом есть данные, что импортный скот в условиях центрально-чернозёмной зоны России показывает высокие воспроизводительные качества (Ткачева Н.И. и Кибкало Л.И., 2013). По нашему мнению, это связано как с выбором места завоза скота, генетическим потенциалом импортного скота, так и подготовленности хозяйства и специалистов к приёму и работы с импортным скотом.

По мере адаптации животных к новой биогеохимической провинции в их организме происходят существенные изменения в биохимических показателях крови. Так, в течение оценочного года в крови маточного поголовья увеличилась концентрация общего белка, альбуминов, АСТ, каротина, витамина А, при снижении общего содержания глобулинов, и его фракций:  $\alpha$ -глобулинов,  $\gamma$ -глобулинов. Это объясняется, прежде всего, тем, что в период завоза импортный скот испытывал сильный стресс (Hessen DO et al., 2013), который проявлялся в повышении концентрации глобулинов и его фракций, лейкоцитов, со снижением уровня общего белка и альбуминов (Tishevskaya NV et al., 2018). В дальнейшем, при благоприятных условиях, эти показатели приходят в норму, что подтвердилось и в нашем исследовании.

Такая же закономерность проявилась и при изучении минерального состава в сыворотке крови. Так, за 9 месяцев наблюдений в крови снизилось содержание Ca, Se, Cu, Co, Zn, при повышении Fe, Mn. Следует отметить, что ряд учёных связывает снижение концентрации цинка в процессе адаптации с выходом организма животного из стрессового состояния (Izgüt-Uysal VN et al., 2000). Основываясь на этом, можно констатировать, что к 9 месяцу пребывания в новой биогеохимической провинции у импортных животных несколько снизилась стрессовая нагрузка.

#### **Заключение.**

В первые годы импортный скот герефордской породы в условиях Южно-Уральской биогеохимической провинции испытывает адаптационный стресс, что проявлялось в снижении репродуктивных качеств, а именно оплодотворяемости, а также тяжёлом течении родов. В последующем, будучи кровями, проблем с тяжёлыми родами не возникает.

По мере адаптации животных к новой биогеохимической провинции в их организме происходят существенные изменения в биохимических показателях крови, а именно увеличение содержания общего белка, альбуминов, АсАТ, витамина А, каротина, при снижении общего содержания глобулинов и его фракций.

Минеральный состав в сыворотки крови подвержен существенным адаптационным изменениям, а именно за 9 месяцев эксперимента из 8 изучаемых показателей по 5 наблюдалось снижение их содержания: Ca, Se, Cu, Co, Zn, при повышении 2: Fe и Mn.

#### **Список источников**

1. Амерханов Х.А., Левантин Д.Л., Дунин И.М. Племенная база мясных пород – основа мясного скотоводства // Зоотехния. 2000. № 11. С. 6-9. [Amerchanov ChA, Levantin DL, Dunin IM. The basis of beef breeding. Zootekhnika. 2000;11:6-9. (In Russ)].
2. Бугасов Б.Ж., Татаркина Н.И. Некоторые вопросы адаптации импортного мясного скота на севере Казахстана // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. № 3(34). С. 34-38. [Bugasov B, Tatarkina N. Some aspects of adaptation of import beef cattle in northern Kazakhstan. Bulletin of Northern Trans-Ural State Agricultural University. 2016;3(34):34-38. (In Russ)].
3. Гамарник В.Г., Гугля В.Г., Солошенко В.А. Концепция развития специализированного мясного скотоводства и интенсификации производства говядины в зоне Сибири // Аграрная Россия. 1999. № 4. С. 31-34. [Gamarnik VG, Guglya VG, Soloshenko VA. Kontseptsiya razvitiya spetsializirovannogo myasnogo skotovodstva i intensivifikatsii proizvodstva govyadiny v zone Sibiri. Agrarnaya Rossiya. 1999;4:31-34. (In Russ)].
4. Голиков А.Н. Физиологическая адаптация животных // Ветеринария. 1988. № 11. С. 55-58. [Golikov AN. Fiziologicheskaya adaptatsiya zhivotnykh. Veterinariya. 1988;11:55-58. (In Russ)].

5. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / под ред. проф. Кондрахина И.П. М.: КолосС, 2004. 520 с. [Kondrakhin IP, ed. *Metody veterinarnoi klinicheskoi laboratornoi diagnostiki: spravochnik*. Moscow: KolosS; 2004:520 p. (*In Russ*)].

6. Молочная продуктивность и экстерьерно-конституциональные особенности первотёлок симментальской породы австрийской селекции / Ч.М. Санданов, Е.Н. Митыпова, В.В. Анганов, В.А. Тайшин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2012. № 1(224). С. 68-72. [Sandanov ChM, Mityrova EN, Anganov VV, Taishin VA. Milk productivity and conformation characteristics of first-calf Simmental heifers bred in Austria. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2012;1(224):68-72. (*In Russ*)].

7. Ткачева Н.И., Кибкало Л.И. Особенности адаптации импортного скота в центрально-чернозёмном регионе России // Вестник АПК Ставрополя. 2013. № 2(10). С. 76-80. [Tkacheva NI, Kibkalo LI. Features of adaptation of import cattle in the central chernozem region of Russia. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2013;2(10):76-80. (*In Russ*)].

8. Шаркаева Г.А. Импортный и отечественный скот в племенных хозяйствах Российской Федерации // Теория и практика современной науки. 2016. № 12-2(18). С. 432-438. [Sharkaeva GA. Importnyi i otechestvennyi skot v plemennykh khozyaistvakh Rossiiskoi Federatsii. *Teoriya i praktika sovremennoi nauki*. 2016;12-2(18):432-438. (*In Russ*)].

9. Cooke RF, Cardoso RC, Cerri RLA, Lamb GC, Pohler KG, Riley DG, Vasconcelos JLM. Cattle adapted to tropical and subtropical environments: genetic and reproductive considerations. *J Anim Sci*. 2020;98(2):skaa015. doi: 10.1093/jas/skaa015

10. Hessen DO, Daufresne M, Leinaas HP. Temperature-size relations from the cellular-genomic perspective. *Biol Rev*. 2013;88(2):476-489. doi: 10.1111/brv.12006

11. Izgüt-Uysal VN, Derin N, Ağaç A. Effect of cold-restraint stress on the distribution of trace elements in rat tissues. *Biological Trace Element Research*. 2000;78(1-3):149-155. doi: 10.1385/BTER:78:1-3:149

12. Prayaga KC, Henshall JM. Adaptability in tropical beef cattle: genetic parameters of growth, adaptive and temperament traits in a crossbred population. *Aust J Exp Agri*. 2005;45(8):971-983. doi: 10.1071/EA05045

13. Sheibaninia A. The effect of social stress on salivary trace elements. *Biological Trace Element Research*. 2014;162(1-3):58-63. doi: 10.1007/s12011-014-0119-0

14. Tishevskaya NV, Babaeva AG, Gevorkyan NM. Effect of lymphocyte morphogenetic activity on organism reactivity and resistibility. *Russian Journal of Developmental Biology*. 2018;49(1):48-59. doi: 10.1134/S106236041801006X

15. Vorobyov V, Vorobyov D, Polkovnichenko A, Safonov V. The physiological status of acclimatized simmental cattle of the austrian selection in the biogeochemical conditions of the lower Volga region. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2018;6(6):198-207. doi: 10.11648/j.ajaf.20180606.17

16. Young BA, Walker B, Dixon AE, Walker VA. Physiological adaptation to the environment. *Journal of Animal Science*. 1989;67(9):2426-2432. doi: 10.2527/jas1989.6792426x

## References

1. Amerchanov Ch A, Levantin D L, Dunin I M. The basis of beef breeding. *Zootekhnika*. 2000;11:6-9.
2. Bugasov B, Tatarkina N. Some aspects of adaptation of import beef cattle in northern Kazakhstan. *Bulletin of Northern Trans-Ural State Agricultural University*. 2016;3(34):34-38.
3. Gamarnik VG, Guglya VG, Soloshenko VA. Concept of development of specialized meat cattle breeding and intensification of beef production in the zone of Siberia. *Agrarian Russia*. 1999;4:31-34.
4. Golikov AN. Physiological adaptation of animals. *Veterinary medicine*. 1988;11:55-58.
5. Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: handbook. edited by Kondrakhin IP. Moscow: KolosS; 2004:520 p.

6. Sandanov ChM, Mitypova EN, Anganov VV, Taishin VA. Milk productivity and conformation characteristics of first-calf Simmental heifers bred in Austria. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2012;1(224):68-72.
7. Tkacheva NI, Kibkalo LI. Features of adaptation of import cattle in the central chernozem region of Russia. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2013;2(10):76-80.
8. Sharkaeva G.A. Imported and Russian livestock in the breeding farms of the Russian Federation. *Theory and Practice of Modern Science*. 2016;12-2(18):432-438
9. Cooke RF, Cardoso RC, Cerri RLA, Lamb GC, Pohler KG, Riley DG, Vasconcelos JLM. Cattle adapted to tropical and subtropical environments: genetic and reproductive considerations. *J Anim Sci*. 2020;98(2):skaa015. doi: 10.1093/jas/skaa015
10. Hessen DO, Daufresne M, Leinaas HP. Temperature-size relations from the cellular-genomic perspective. *Biol Rev*. 2013;88(2):476-489. doi: 10.1111/brv.12006
11. Izgüt-Uysal VN, Derin N, Ağaç A. Effect of cold-restraint stress on the distribution of trace elements in rat tissues. *Biological Trace Element Research*. 2000;78(1-3):149-155. doi: 10.1385/BTER:78:1-3:149
12. Prayaga KC, Henshall JM. Adaptability in tropical beef cattle: genetic parameters of growth, adaptive and temperament traits in a crossbred population. *Aust J Exp Agri*. 2005;45(8):971-983. doi: 10.1071/EA05045
13. Sheibaninia A. The effect of social stress on salivary trace elements. *Biological Trace Element Research*. 2014;162(1-3):58-63. doi: 10.1007/s12011-014-0119-0
14. Tishevskaya NV, Babaeva AG, Gevorkyan NM. Effect of lymphocyte morphogenetic activity on organism reactivity and resistibility. *Russian Journal of Developmental Biology*. 2018;49(1):48-59. doi: 10.1134/S106236041801006X
15. Vorobyov V, Vorobyov D, Polkovnichenko A, Safonov V. The physiological status of acclimatized simmental cattle of the austrian selection in the biogeochemical conditions of the lower Volga region. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2018;6(6):198-207. doi: 10.11648/j.ajaf.20180606.17
16. Young BA, Walker B, Dixon AE, Walker VA. Physiological adaptation to the environment. *Journal of Animal Science*. 1989;67(9):2426-2432. doi: 10.2527/jas1989.6792426x

#### **Информация об авторах:**

**Алексей Николаевич Фролов**, кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. заведующего отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)30-81-78.

**Олег Александрович Завьялов**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)30-81-78, e-mail: oleg-zavyalov83@mail.ru.

**Анатолий Васильевич Харламов**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)30-81-78.

**Гари А Морган**, доктор ветеринарной медицины, научный консультант Veterinary Management Services Ltd, Prince Edward Island, Canada COB 1VO, тел.: +1(902)859184

**Иван Михайлович Дунин**, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, руководитель научного направления, Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 141212, Московская область, Пушкинский район, п. Лесные Поляны, ул. Ленина, тел.: 8(495)515-95-57.

**Information about the authors:**

**Alexey N Frolov**, Cand. Sci. (Agriculture), Acting Head of Department of Technology for Beef Cattle Breeding and Beef Production, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 460000, Orenburg, Russia, 29, 9 Yanvarya St., tel.: 8(3532)30-81-78.

**Oleg A Zavyalov**, Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher, Department of Technology of Beef Cattle Breeding and Beef Production, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 460000, Orenburg, Russia, 29, 9 Yanvarya St., tel.: 8(3532)30-81-78.

**Anatoly V Kharlamov**, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Chief Researcher, Department of Technology for Beef Cattle Breeding and Beef Production, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 460000, Orenburg, Russia, 29, 9 Yanvarya St., tel.: 8(3532)30-81-78.

**Gary A Morgan**, Dr. Sci. (Veterinary), Scientific Consultant, Veterinary Management Services Ltd, Prince Edward Island, Canada COB 1VO, tel.: +1(902)859184.

**Ivan M Dunin**, Dr. Sci. (Agriculture), Academician of Russian Academy of Sciences, Head of Scientific Direction, All-Russian Research Institute of Breeding Work, 141212, Russia, Moscow region, Pushkin district, Village Forest Glades, Lenin St., tel.: 8(495)515-95-57.

Статья поступила в редакцию 17.11.2021; одобрена после рецензирования 23.11.2021; принята к публикации 13.12.2021.

The article was submitted 17.11.2021; approved after reviewing 23.11.2021; accepted for publication 13.12.2021.