

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВЕДЕНИЯ И СЕЛЕКЦИИ: БИОТЕХНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

GENETIC BASES OF BREEDING AND SELECTION: ANIMAL BIOTECHNOLOGY

УДК 636.033:636.2.033

DOI:10.31677/2311-0651-2024-43-1-10-41

МОНИТОРИНГ ЖИВОЙ МАССЫ ПЛЕМЕННОГО СКОТА ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ ПАСТБИЩНОГО СОДЕРЖАНИЯ

М.А. Барсукова, кандидат биологических наук, доцент

О.А. Иванова, старший преподаватель

И.А. Афанасьева, студент

М.Л. Кочнева, доктор биологических наук, профессор

К.Н. Нарожных, кандидат биологических наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: nkn.88@mail.ru

Ключевые слова: мясной скот, герефордская порода, селекция, оценка роста скота.

Реферат. Оценка потенциала роста и устойчивости продуктивности маточного поголовья дает возможность прогнозировать эффективное управление стадом, включая продолжительность использования коров, что существенно влияет на потенциальную экономическую эффективность выращивания молодняка. Объектом исследования были данные по живой массе и среднесуточному приросту коров и нетелей герефордской породы. Проведена оценка живой массы и скорости роста коров и ремонтного молодняка породы герефорд разных годов рождения, разводимых в условиях круглогодичного содержания на пастбище. Оценка потенциала роста животных, в течение более 15 лет формировавших стадо, позволяет оценить тенденции, позволившие получить текущую продуктивность. Круглогодичное содержание животных на пастбище, с одной стороны, позволяет сформировать устойчивость животных к условиям среды, с другой – прослеживается тенденция к влиянию года рождения на продуктивные показатели животных, особенно на этапе их выращивания в качестве ремонтного молодняка, однако в дальнейшем эти различия сглаживаются, что позволяет иметь на сегодняшний день стадо, выровненное по живой массе. Установлено достоверное влияние года рождения коров на показатели их роста. Цель исследования заключалась в оценке живой массы и скорости роста коров и молодняка породы герефорд из племенного стада, рожденных в разные годы. Задачи исследования включали оценку окончательной массы животных, находящихся в стаде, а также оценку их живой массы и среднесуточного прироста на этапе отбора в возрасте 15 месяцев.

MONITORING THE LIVE WEIGHT OF HEREFORD BREEDING CATTLE UNDER PASTURE CONDITIONS

M.A. Barsukova, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

O.A. Ivanova, Senior Lecturer

I.A. Afanasyeva, Student

M.L. Kochneva, Doctor of Biological Sciences, Professor

K.N. Narozhnykh, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

Novosibirsk State Agrarian University

Keywords: beef cattle, Hereford breed, selection, assessment of livestock growth.

Abstract. *Assessing the growth potential and sustainability of breeding stock productivity makes it possible to predict effective herd management, including the duration of use of cows, significantly affecting the potential economic efficiency of raising young animals. The object of the study was data on live weight and average daily gain of Hereford cows and heifers. An assessment was made of Hereford cows' live weight and growth rate and replacement young cattle of different years of birth, bred under conditions of year-round keeping on pasture. Assessing the growth potential of animals forming a herd for more than 15 years allows us to evaluate the trends that have led to current productivity. Keeping animals on pasture all year round, on the one hand, allows for the formation of animal resistance to environmental conditions; on the other hand, there is a tendency for the year of birth to influence the productive performance of animals, especially at the stage of raising them as replacement young animals. Still, these differences are smoothed out in the future, which today allows us to have a herd equalized by live weight. A significant influence of cows' birth year on their growth rates has been established. The study aimed to assess the live weight and growth rate of Hereford cows and young animals from the breeding herd, born in different years. The study's objectives included evaluating the final weight of animals in the herd and assessing their live weight and average daily gain at the selection stage at the age of 15 months.*

Для развития производства говядины в настоящее время существуют предпосылки, включающие как запрос на качественное мясо, так и возможности для реализации развития отрасли мясного скотоводства [1]. Пастбищная технология позволяет значительно сокращать расходы на кормление животных и их содержание вплоть до круглогодичного нахождения на выгонах [2]. Для мясного скота отличительной чертой является долгая эксплуатация коров родительского стада – до 6 – 8-го отелов и старше, что содействует максимальному использованию потенциала животных [3]. Оценка потенциала роста и устойчивости продуктивности родительского стада позволяет прогнозировать работу со стадом, в том числе и в отношении продолжительности использования коров до достаточно серьезных возрастов, что влияет на потенциальную себестоимость выращиваемого молодняка.

Животные породы герефорд отличаются хорошей приспособленностью к условиям экстремального климата Сибири и способны демонстрировать рост и развитие, сопоставимые с требованиями стандарта [4], однако для поддержания необходимого уровня продуктивности требуется комплекс селекционных мероприятий, позволяющих сохранять продуктивность животных на должном уровне [5]. Для поддержания высоких показателей продуктивности важное значение имеет состояние физиологического, гематологического и биохимического профиля животных [6 – 14].

Оценка коров разных годов рождения позволяет оценить динамику состояния стада, включая влияние года рождения на живую массу и скорость роста, проследить требования к этим параметрам у ремонтного молодняка в ретроспективе. Это даст возможность оценить тенденции формирования современного стада [15 – 21].

Целью исследования было оценить живую массу и скорость роста коров и ремонтного молодняка породы герефорд племенного стада разных годов рождения. В задачи исследования входила как оценка конечных показателей взвешивания животных, содержащихся в стаде, так и оценка их живой массы и среднесуточного прироста на этапе отбора этих животных в возрасте 15 месяцев.

Объектом исследования были данные по живой массе и среднесуточному приросту коров и нетелей герефордской породы.

В работе были исследованы живая масса и скорость роста животных племенного стада породы герефорд, круглогодично содержащихся на пастбище в условиях предгорий юга Западной

Сибири. Исследованием были охвачены коровы основного стада в возрасте от 2 до 16 полных лет, нетели и ремонтный молодняк текущего года рождения. Коров оценивали по живой массе при взвешивании в конце августа 2023 г., по живой массе и среднесуточному приросту в возрасте 15 месяцев. Нетелей оценивали по динамике живой массы и прироста от возраста 205 дней до осеменения. Ремонтный молодняк текущего года рождения оценивали по массе при взвешивании в августе 2023 г. Достоверность различий по живой массе животных определяли методом Краскелла-Уоллиса. Парные сравнения осуществляли с поправкой Холма. Статистический анализ проводился с использованием среды R с открытым исходным кодом.

Наличие изменчивости по признакам продуктивности в популяции является необходимым условием для осуществления селекционной работы. Факторы, обуславливающие популяционную изменчивость, относятся к двум главным источникам. Первый – генетические различия между особями (наследственность), второй – факторы среды (климат, питание, технология). Таким образом, общая изменчивость в определенной мере характеризует однородность стада как результат консолидации наследственности и выравнивания условий среды.

Живая масса коров стада разных возрастов находится в пределах 567 – 605 кг, при этом различия в массе животных 2 – 6 лет сравнительно незначительны, что говорит о том, что к возрасту первого отела коровы уже достигают массы взрослого животного (табл. 1, рис. 1). Равномерность роста и низкая изменчивость массы свидетельствуют о генетической выравненности стада с учетом значительного влияния факторов среды при круглогодичном содержании на пастбищах и выгульных площадках. Наибольшая изменчивость живой массы отмечается у коров первотелок – 6 %, что обусловлено как возрастом, так и тем, что эти животные еще не подверглись значительному действию отбора. Вторая группа, изменчивая по живой массе, – коровы в возрасте старше 8 лет, которая включает разброс возрастов от 8 до 17 лет, что и обуславливает сравнительно высокую изменчивость массы на фоне средних показателей стада.

Таблица 1

Живая масса коров при последнем взвешивании (август 2023 г.)
Live weight of cows at last weighing (August 2023)

Год рождения	Число голов	Живая масса, кг	Cv, %
2021	166	567,50±2,65	6,0
2020	97	571,01±0,31	0,54
2019	53	584,10±2,02	2,51
2018	89	591,20±1,23	1,96
2016 – 2017	138	576,80±1,77	3,6
2015 и старше	137	605,00±2,66	5,2

Более адекватным признаком, характеризующим рост животных, является живая масса при стандартном взвешивании в возрасте 15 месяцев и среднесуточный прирост в этом возрасте. Выделяется группа коров рождения 2019 – 2021 гг., масса которых в этом возрасте находится в пределах 400 – 450 кг (Cv – 3 – 7 %) и значительно превосходит аналогичный показатель у животных более ранних годов рождения – 346 – 359 кг при аналогичном уровне изменчивости (табл. 2, рис. 2).

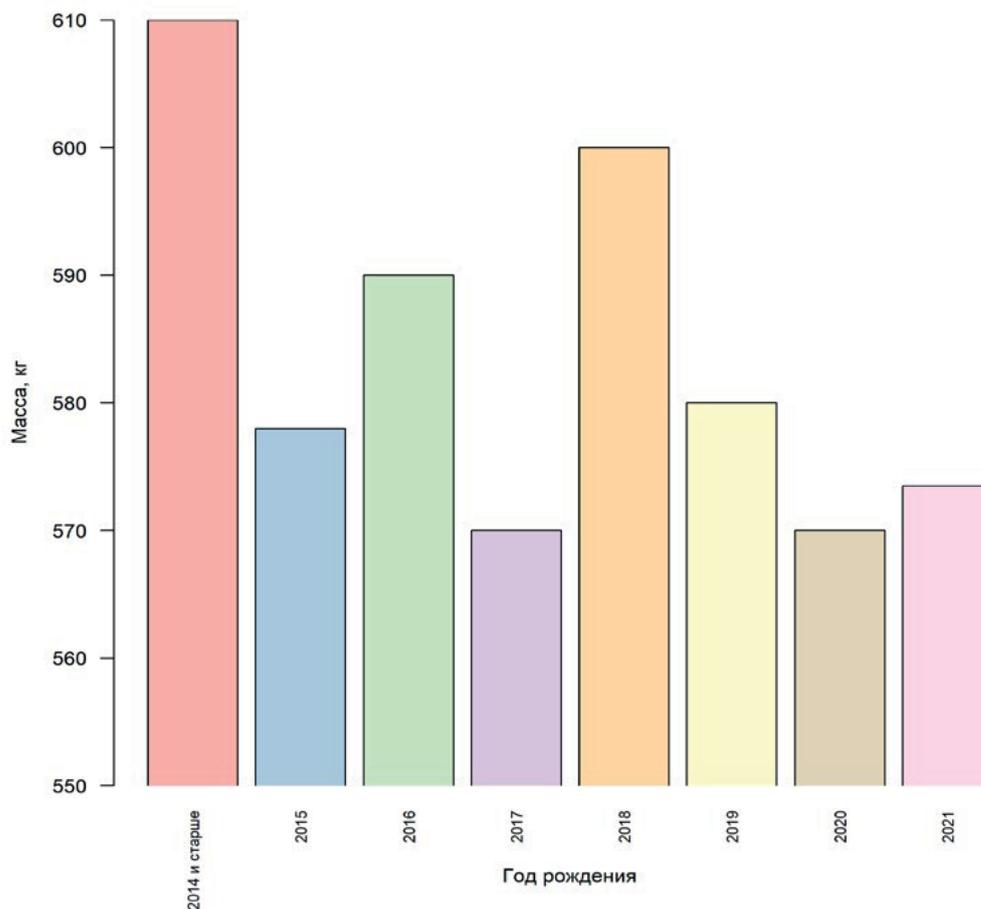


Рис. 1. Живая масса коров разных годов рождения при последнем взвешивании
Live weight of cows of different heads of birth at the last weighing

Таблица 2

Живая масса и среднесуточный прирост коров основного стада при взвешивании в 15 месяцев
Live weight and average daily gain of cows of the main herd when weighed at 15 months

Год рождения	Число голов	Живая масса в 15 мес, кг		Среднесуточный прирост, г	
		$\bar{X} + S\bar{X}$	Cv, %	$\bar{X} + S\bar{X}$	Cv, %
2021	166	430,60±2,36	7,1	705,90±10,35	18,9
2020	97	450,30±1,55	3,4	951,90±4,62	4,9
2019	53	400,90±3,35	6,1	680,80±13,93	14,9
2018	89	346,80±2,53	6,9	608,40±7,89	12,2
2016 – 2017	138	359,10±1,74	5,69	693,00±5,81	9,9
2015 и старше	137	350,60±2,78	9,3	725,40±7,69	12,5

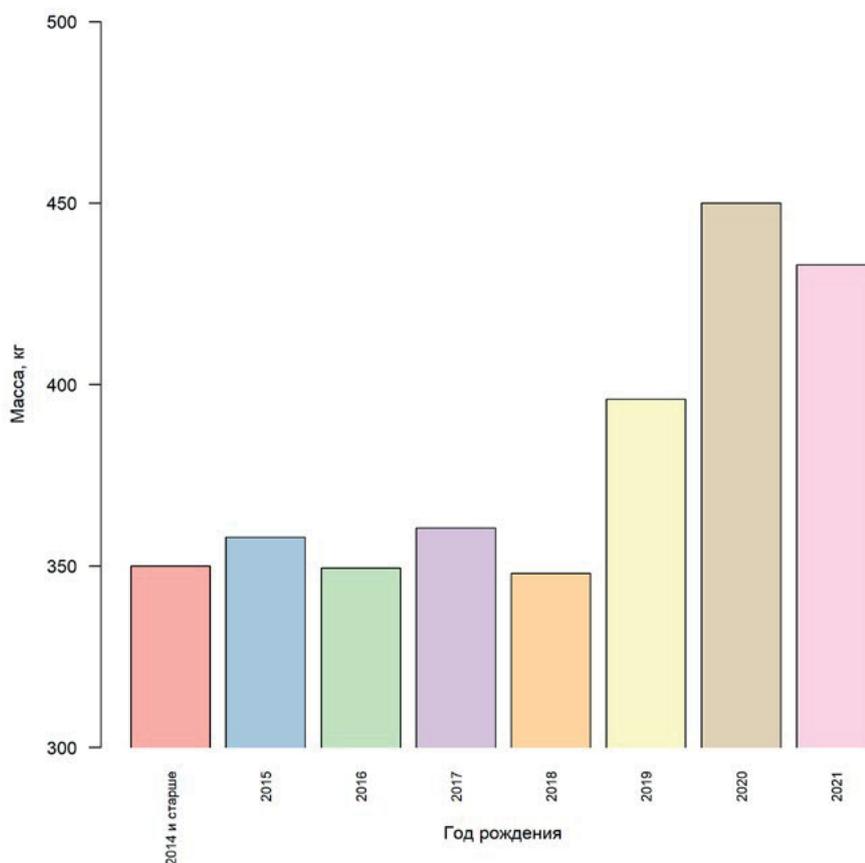


Рис. 2. Живая масса коров в возрасте 15 месяцев в зависимости от года рождения
Live weight of cows at the age of 15 months depending on the year of birth

Различия в живой массе могут быть обусловлены как влиянием отбора, так и факторов среды, однако несмотря на большее значение массы молодняка в возрасте 15 месяцев, к взрослому возрасту живая масса животных всех годов рождения выравнивается. Большая изменчивость среднесуточного прироста по сравнению с живой массой может быть обусловлена тем, что для оценки используется прирост интервала возрастов 12 – 15 месяцев и не затрагивает прирост на более ранних этапах выращивания животных (рис. 3). Однако тенденция к укрупнению животных в возрасте 15 месяцев в последние годы говорит о более тщательном отборе ремонтного молодняка, что важно в первую очередь для своевременного достижения массы первого осеменения.

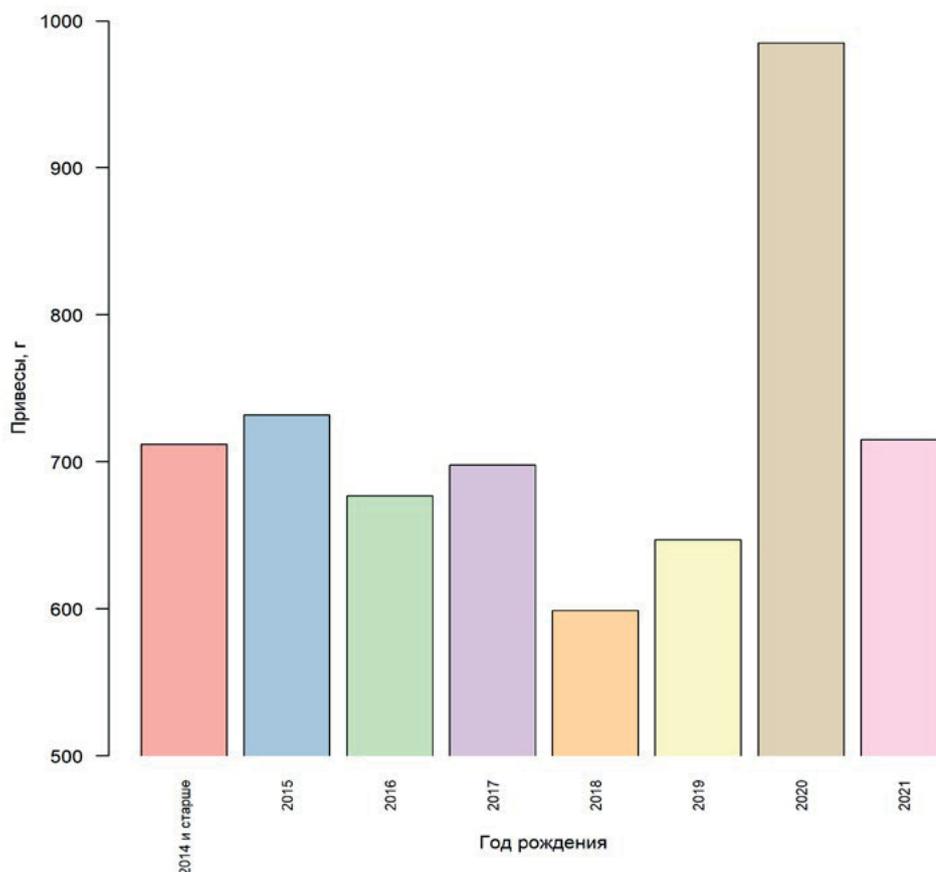


Рис. 3. Среднесуточный прирост коров основного стада в возрасте 15 месяцев в зависимости от года рождения
Average daily gain of cows of the main herd at the age of 15 months, depending on the year of birth

Коэффициент корреляции между живой массой при последнем взвешивании и массой в возрасте 15 месяцев также подтверждает то, что этот признак незначительно влияет на массу взрослого животного в данном стаде (табл. 3). Заметная корреляция установлена только для молодых коров после первого отела – 0,93, тогда как для других возрастов сколько-либо значимой достоверной корреляции отмечено не было.

Таблица 3

Корреляция между живой массой при последнем взвешивании и массой в 15 месяцев
Correlation between body weight at last weighing and weight at 15 months

Год рождения	Число голов	Коэффициент корреляции
2021	166	0,93***
2020	97	0,05
2019	53	-0,21
2018	89	0,18
2016 – 2017	138	0,03
2015 и старше	137	0,06

Высокий уровень корреляции между массой в 15 месяцев и массой в возрасте 2 – 2,5 года у коров 2021 г. рождения может быть обусловлен тем, что на момент взвешивания эта группа

еще не прошла отбор по итогам первого отела с учетом того, что коровы этой группы в возрасте 15 месяцев были достаточно крупными (430 кг). У коров более старших возрастов (2019 – 2020 гг. рождения) при той же тенденции к укрупнению в 15 месяцев корреляция между последним взвешиванием и взвешиванием в 15 месяцев отсутствует.

Масса ремонтного молодняка текущего года рождения является показателем эффективности выращивания потомства коровами в условиях пастбищного содержания (табл. 4). Взвешивание проводилось в конце августа, поэтому представлены данные по животным, рожденным в разные месяцы от марта до мая. Телята, рожденные в марте, значительно отличаются от более поздних животных по вариабельности живой массы – коэффициент изменчивости для этой группы составляет 2,1 % по сравнению с телятами, рожденными в мае (8,7 %). Следует учитывать, что взвешивание касалось группы молодняка, еще не подвергнувшейся первичному отбору, поэтому можно заключить, что на выравнивание группы скорее влияют месяц рождения и условия окружающей среды на момент выращивания. Так, более старшие животные первые месяцы жизни провели в благоприятных условиях, что позволило им равномерно стартовать в наиболее раннем возрасте, в то время как старт роста телят, рожденных в мае, совпал с периодом засухи, что оказывает влияние в условиях пастбища как на телят, так и на выкармливающих их коров.

Таблица 4

Живая масса ремонтных телок породы герефорд
Live weight of replacement Hereford heifers

Возраст, мес	Число голов	Живая масса кг	
		$\bar{x} + S\bar{x}$	Cv, %
3	83	104,50±1,00	8,7
4	72	140,20±0,95	5,8
5	102	159,50±0,32	2,1

Динамика живой массы нетелей 2022 г. рождения, осемененных летом текущего года, благоприятна, результаты взвешивания показывают равномерный рост ремонтного молодняка от отъема до первого осеменения (табл. 5). Все результаты взвешивания телок соответствуют требованиям класса элита-рекорд для телок породы герефорд в оцениваемые возрасты со значительным превышением минимального уровня требований для этого класса. Изменчивость живой массы находится на уровне 4 – 6 %, что в пределах нормальной изменчивости признака для породы или породной группы. Исключение составляет значительный разброс массы для возраста 18 месяцев – 10,6 %, при этом момент взвешивания телок совпадал с катастрофической засухой, что не могло не повлиять на рост или снижение массы телок в этот период. Снижение уровня изменчивости до 5% к моменту осеменения обусловлено действием отбора по живой массе, что отсекло отстающих в росте животных в этот период времени.

Таблица 5

Динамика живой массы нетелей 2022 г. рождения
Dynamics of live weight of heifers born in 2022

Возраст, мес	Живая масса в 15 мес, кг	
	$\bar{x} + S\bar{x}$	Cv, %
205 дней	255,40±1,02	5,5
8	290,60±0,87	4,2
12	378,90 ±1,48	4,6
15	422,50±1,98	6,1
18	434,40±7,40	10,6
При первом осеменении	441,50±1,83	5,68

Различия между коровами стада разных годов рождения определялись с помощью Z-критерия, рассчитанного для групп животных всех последовательных годов, животные 2014 г. и старше были объединены в одну группу. Обнаружены значимые достоверные различия в живой массе животных разных годов, при этом для животных старшей группы отличия были достоверны для групп коров всех последующих годов рождения (табл. 6). Для более молодых животных различия также присутствуют, однако в меньшей степени, между показателями животных 2020 и 2021 гг. достоверных различий обнаружено не было. Полученные результаты свидетельствуют о наличии влияния года рождения на продуктивные показатели коров племенного стада.

Таблица 6

Z-критерий по живой массе для групп коров разных годов рождения

Год рождения	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2014 и старше	7,056*	4,500*	10,143*	3,166*	5,054*	10,268*	9,631*
2015	-	-2,710*	2,561*	-4,329*	-1,6975	2,026*	0,632
2016	-	-	5,516*	-1,560	0,872	5,213*	4,054*
2017	-	-	-	-7,379*	-4,259*	-0,769	-2,510*
2018	-	-	-	-	2,352*	7,268*	6,295*
2019	-	-	-	-	-	3,856*	2,655*
2020	-	-	-	-	-	-	-1,876

Примечание. При $*p < 0,05$ отклоняли нулевую гипотезу у разности в живой массе в зависимости от года рождения

Анализ полученных данных говорит о том, что коровы и телки породы герефорд, содержащиеся в условиях круглогодичного пребывания на пастбище, значительно подвержены влиянию условий среды, однако имеющийся генетический потенциал породы позволяет животным достаточно равномерно переживать неблагоприятные условия, что говорит о благополучии стада в целом и устойчивом генотипе животных.

Достоверные отличия в показателях роста коров разных годов рождения свидетельствуют о влиянии года рождения на продуктивность коров, что может быть обусловлено как природно-климатическими условиями, так и особенностями отбора коров в каждом отдельном году.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы.

1. Живая масса коров и ремонтного молодняка мясного скота, круглогодично содержащегося в условиях пастбища, является маркером состояния животных.

2. Условия среды оказывают влияние на состояние животных, однако коровы стада разных годов рождения достаточно выравнены по массе как в возрасте 15 месяцев, так и при последнем взвешивании, изменчивость этого признака находится на низком уровне – в диапазоне 2 – 6 %. Аналогичная картина наблюдается и в отношении динамики массы ремонтного молодняка, в которой, однако, можно проследить влияние климатических факторов. Так, у нетелей отмечался большой размах изменчивости массы в интервале 15 – 18 месяцев, совпавшем с пиковыми значениями температуры воздуха в летний период.

3. Установлено достоверное влияние года рождения коров на показатели их роста.

Работа выполнена в рамках проекта научной тематики «Формирование племенного стада герефордской породы мясного скота с улучшенной продуктивностью с использованием генетических методов селекции (FESF-2023-0002)», регистрационный номер 1023030200009-4-4.2.1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нарожных К.Н. Изменчивость, корреляции и уровень тяжелых металлов в органах и тканях герефордского скота в условиях Западной Сибири: дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2019. – 163 с.
2. Мясное скотоводство России и перспективы его развития / А.Ф. Шевхужев, В.А. Погодаев, В.В. Голембовский [и др.] // Сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 4. – С. 53–60.
3. Шевелева О.М., Логинов С.В., Иваков М.С. Породный состав и продуктивность крупного рогатого скота мясного направления продуктивности в Тюменской области // Вестник Курганской ГСХА. – 2022. – № 3. – С. 57–63.
4. Кан-оол Б.К., Луду Б.М. Экстерьерные показатели молодняка крупного рогатого скота разного происхождения // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2021. – № 12. – С. 174–178.
5. Шевелева О.М., Бахарев А.А. Параметры линейной оценки крупного рогатого скота мясных пород // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4. – С. 266–270.
6. Manganese content in muscles of sons of different holstein bulls reared in Western Siberia / К.Н. Нарожных, О.И. Себезько, Коновалова, Т.В. Короткевич // Trace Elements and Electrolytes. – 2021. – Vol. 38, N 3. – P. 149.
7. Ефанова Ю.В., Нарожных К.Н., Короткевич О.С. Содержание цинка в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы // Главный зоотехник. – 2012. – № 11. – С. 30–33.
8. Нарожных К.Н. Содержание, изменчивость и корреляция химических элементов в волосе герефордского скота // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 4 (239). – С. 74–78.
9. Lead content in soil, water, forage, grains, organs and the muscle tissue of cattle in Western Siberia (Russia) / К.Н. Нарожных, Т.В. Коновалова, J.I. Fedyaev [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2018. – Vol. 45, N 4. – P. 866–871.
10. Закономерности аккумуляции, изменчивости и сопряженности тяжелых металлов в печени животных герефордской породы / К.Н. Нарожных, В.Л. Петухов, О.С. Короткевич [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 631.
11. Содержание и изменчивость показателей азотистого обмена у крупного рогатого скота голштинской породы в условиях Западной Сибири / О.И. Себезько, Е.А. Климанова, К.Н. Нарожных [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 3 (64). – С. 125–133.
12. Нарожных К.Н. Референтные интервалы концентрации микроэлементов в семенниках крупного рогатого скота с учетом паратипических факторов // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 6 (195). – С. 138–144.
13. Нарожных К.Н. Математическое моделирование уровня марганца в мышечной ткани крупного рогатого скота // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53, № 4. – С. 81–92.
14. Нарожных К.Н., Силованова А.Н. Влияние паратипических факторов на уровень цинка в легких бычков герефордской породы в условиях Западной Сибири // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023. – № 1 (66). – С. 150–156.
15. Иммуногенетическая характеристика быков-производителей разных пород в ОАО «Племпредприятие Барнаульское // А.И. Желтиков, Н.М. Костомахин, Д.С. Адушинов [и др.] // Главный зоотехник. 2022. – № 4 (225). – С. 3–13.
16. Качество спермы быков красных пород ОАО «Племпредприятие Барнаульское и устойчивость её к криоконсервации // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет) / А.И. Желтиков, Т.В. Коновалова, О.И. Себезько [и др.] – 2021. – № 1 (58). – С. 92–100.
17. К вопросу линейной оценки по комплексному признаку «Вымя» / А.Ф. Петров, Е.В. Камалдинов, О.Д. Панферова [и др.] // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. V Всерос. (нац.) науч. конф. – 2020. – С. 245–247.
18. Современные аспекты метаболизма холестерина у крупного рогатого скота / О.И. Себезько, К.Н. Нарожных, О.С. Короткевич [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2021. – № 2 (59). – С. 91–105.

19. Межвидовые различия по концентрации тяжелых металлов в производных кожи животных / К.Н. Нарожных, Т.В. Коновалова, И.С. Миллер [и др.] // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2-26. – С. 5815–5819.
20. Ефанова Ю.В., Нарожных К.Н., Короткевич О.С. Содержание марганца в некоторых органах бычков герефордской породы // *Зоотехния*. – 2013. – № 4. – С. 18.
21. Различия между странами по признакам линейной оценки экстерьера крупного рогатого скота голштинской породы / О.В. Богданова, В.В. Гарт, С.Г. Куликова // *Достижения науки и техники АПК*. – 2023. – Т. 37 (8). – С. 59–64.

REFERENCES

1. Narozhnyh K.N. *Izmenchivost', korrelyatsii i uroven' tjazhelyh metallov v organah i tkanjah gerefordskogo skota v usloviyah Zapadnoj Sibiri*: dipp. ... kand. biol. nauk, Novosibirsk, 2019, 163 pp. (In Russ.)
2. Shevchuzhev A.F., Pogodaev V.A., Golembovskij V.V. [i dr.], *Sel'skhozjajstvennyj zhurnal*, 2021, No. 4, pp. 53–60. (In Russ.)
3. Sheveleva O.M., Loginov S.V., Ivakov M.S., *Vestnik Kurganskoj GSHA*, 2022, No. 3, pp. 57–63. (In Russ.)
4. Kan-ool B.K., Ludu B.M., *Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2021, No. 12, pp. 174–178. (In Russ.)
5. Sheveleva O.M., Baharev A.A., *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022, No., pp. 266–270. (In Russ.)
6. Narozhnykh K.N., Sebezshko O.I., Konovalov T.V., Korotkevich O.S., *Manganese content in muscles of sons of different holstein bulls reared in Western Siberia, Trace Elements and Electrolytes*, 2021, Vol. 38, No. 3, P. 149.
7. Efanova Ju.V., Narozhnyh K.N., Korotkevich O.S., *Glavnyj zootehnik*, 2012, No. 11, pp. 30–33. (In Russ.)
8. Narozhnyh K.N. *Sibirskij vestnik sel'skhozjajstvennoj nauki*, 2014, No. 4 (239), pp. 74–78. (In Russ.)
9. Narozhnyh K.N., Konovalova T.V., Fedyaev J.I. [et al.], Lead content in soil, water, forage, grains, organs and the muscle tissue of cattle in Western Siberia (Russia), *Indian Journal of Ecology*, 2018, Vol. 45, No. 4, pp. 866–871.
10. Narozhnyh K.N., Petuhov V.L., Korotkevich O.S. [i dr.], *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, No. 6, P. 631. (In Russ.)
11. Sebezshko O.I., Klimanova E.A., Narozhnyh K.N. [i dr.], *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*, 2022, No. 3 (64), pp. 125–133. (In Russ.)
12. Narozhnyh K.N. *Vestnik KrasGAU*, 2023, № 6 (195), pp. 138–144. (In Russ.)
13. Narozhnyh K.N. *Sibirskij vestnik sel'skhozjajstvennoj nauki*, 2023, Vol. 53, No. 4, pp. 81–92. (In Russ.)
14. Narozhnyh K.N., Silovanova A.N., 2023, No. 1 (66), pp. 150–156. (In Russ.)
15. Zheltikov A.I., Kostomahin N.M., Adushinov D.S. [i dr.], *Glavnyj zootehnik*. 2022, No. 4 (225), pp. 3–13. (In Russ.)
16. Zheltikov A.I., Konovalova T.V., Sebezshko O.I. [i dr.] *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*, 2021, No. 1 (58), pp. 92–100. (In Russ.)
17. Petrov A.F., Kamaldinov E.V., Panferova O.D. [i dr.], *Sbornik V Vserossijskoj (nacional'noj) nauchnoj konferencii*, 2020, pp. 245–247. (In Russ.)
18. Sebezshko O.I., Narozhnyh K.N., Korotkevich O.S. [i dr.], *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*, 2021, No. 2 (59), pp. 91–105. (In Russ.)
19. Narozhnyh K.N., Konovalova T.V., Miller I.S. [i dr.], *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No. 2-26, pp. 5815–5819. (In Russ.)
20. Efanova Ju.V., Narozhnyh K.N., Korotkevich O.S., *Zootehnija*, 2013, No. 4, P. 18. (In Russ.)
21. Bogdanova O.V., Gart V.V., Kulikova S.G. [i dr.], *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2023, Vol. 37 (8), pp. 59–64. (In Russ.)