

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ РОДСТВА И ГЕНЕТИЧЕСКОГО СХОДСТВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГЕРЕФОРДОВ СИБИРИ

Инербаев Б.О., Храмцова И.А., Инербаева А.Т.

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия*

Для цитирования: Инербаев Б.О., Храмцова И.А., Инербаева А.Т. Влияние степени родства и генетического сходства на продуктивность герефурдов Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 62–68. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-6.

For citation: Inerbayev B.O., Khramtsova I.A., Inerbayeva A.T. Vliyanie stepeni rodstva i geneticheskogo skhodstva na produktivnost' gerefurdov Sibiri [Influence of degree of kinship and genetic similarity on productivity of Siberian Herefords]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 62–68. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-6.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict interest.

Представлены результаты изучения влияния степени родства и генетического сходства родительских пар на мясную продуктивность крупного рогатого скота герефордской породы. Повышение гомозиготности в стадах герефордского скота в Сибири может снижать результативность селекционно-племенной работы. Установлено, что варианты подбора родительских пар оказали достоверное влияние ($p < 0,01–0,001$) на формирование мясной продуктивности потомства. Превосходство по живой массе на 31–47 кг в 3 и 5 лет имели коровы от отдаленного инбридинга и аутбредных (неродственных) родителей в сравнении с близкородственными. Самые высокие показатели живой массы (16–66 кг) имел молодняк, полученный от аутбредного подбора родительских пар, по сравнению со сверстниками, полученными от близкородственного спаривания. Бычки от 8- до 15-месячного возраста, полученные от спаривания неродственных родителей, превосходили сверстников от близкородственного на 105 г (14%), умеренного на 87 (11%) и отдаленного на 69 г (9%). Низкие значения этого показателя с возрастом до 18 мес являются следствием влияния большего количества факторов (генотип, молочность матери, условия содержания) в начальной стадии формирования организма. Бычки и телки со средней степенью генетического сходства родительских пар во всех возрастах имели лучшие показатели по живой массе в сравнении с аналогами, что обусловлено наследственностью, сформировавшейся от обоих родителей. Дисперсионным

INFLUENCE OF DEGREE OF KINSHIP AND GENETIC SIMILARITY ON PRODUCTIVITY OF SIBERIAN HEREFORDS

Inerbayev B.O., Khramtsova I.A., Inerbayeva A.T.

*Siberian Federal Scientific Centre
of AgroBioTechnologies
of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia*

The results of studying the influence of the degree of kinship and genetic similarity of parental pairs on meat productivity of Hereford cattle are presented. An increase in homozygosity in herds of Hereford cattle in Siberia may reduce the effectiveness of breeding work. It was found that the selection of parental couples had a significant effect ($p < 0.01–0.001$) on the formation of offspring meat productivity. Cows from distant inbreeding and outbred (unrelated) parents were superior in live weight by 31–47 kg at the age of 3 and 5 years compared to closely related ones. The highest live weight ratios (16–66 kg) were observed in young animals obtained from outbred selection of parental couples compared to their peers obtained from closely related mating. Bull-calves from 8 to 15 months old, obtained from mating of unrelated parents, exceeded their peers from closely related mating by 105 g (14%), moderately related – by 87 g (11%) and distant – by 69 g (9%). Low values of this indicator for the age-group of up to 18 months result from a large number of factors (genotype, maternal milk production, housing conditions) in the initial stage of organism formation. Bull-calves and heifers with an average degree of genetic similarity of parental couples at all ages had better live weight compared to their peers, due to heredity formed from both parents. A dispersion analysis of the data established a reliable effect ($p < 0.001$) of the degree of genetic similarity of the parental pairs on the amount of live weight. The study of the degree of kinship and genetic similarity of parental

анализом данных установлено достоверное ($p < 0,001$) влияние степени генетического сходства родительских пар на величину живой массы. Исследование степени родства и генетического сходства родительских пар позволит получить наиболее точные и достоверные данные о племенной ценности герефордского скота сибирской селекции.

Ключевые слова: живая масса, среднесуточный прирост, степень родства, генетическое сходство, инбридинг, герефордская порода

ВВЕДЕНИЕ

В селекции по мясному скотоводству применяют разные варианты подбора родительских пар. От их оптимального использования зависит увеличение продуктивности животных путем наследственного закрепления в потомстве признаков и степень консолидированности стад по определенной породе. В отечественной селекционной работе различают несколько видов родства при подборе животных для заказного спаривания. Одним из них является инбридинг, который имеет большое значение, несмотря на негативные последствия тесного родственного спаривания [1–6].

Длительное разведение животных в тесном родстве биологически отличается от умеренного и дальнего инбридинга. При умеренном инбридинге гомозиготность возрастает незначительно, однако сильно увеличивается влияние выдающегося предка на генотип потомства, т.е. генетическое сходство. В современных научных работах по генетике обсуждается проблема о том, что причина вредного действия родственного спаривания заключается в нарастании гомозиготности у инбредных особей [7–11].

В связи с длительным (с 1960 г.) разведением герефордов в Сибири возникла необходимость изучения влияния степени родства и генетического сходства родительских пар на продуктивность животных [12, 13].

Цель работы – изучить влияние степени родства и генетического сходства родительских пар на мясную продуктивность крупного рогатого скота герефордской породы.

pairs will allow to obtain the most accurate and reliable data on the breeding value of Hereford cattle of Siberian selection.

Keywords: live weight, daily average gain, degree of kinship, genetic similarity, inbreeding, Hereford breed

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследований стали животные герефордской породы сибирской репродукции. Изучена мясная продуктивность племенных коров, бычков и телок в зависимости от степени родства родительских пар: близкородственной, умеренной, отдаленной и аутбредной. По общепринятым методикам определены живая масса животных основных половозрастных групп, полученных от разных вариантов подбора родительских пар, и среднесуточный прирост бычков от 8- до 15-месячного возраста.

Для того чтобы изучить генетическое сходство родителей, все стадо животных нужно было протестировать по 8 генетическим системам групп крови: АН, В, С, F, L, J, М, S. Коэффициент генетического сходства между родительскими парами рассчитан по формуле Сорокова, Машурова:

$$C = Abi + Abi / Ab + Ac,$$

где С – коэффициент сходства, Abi и Ac_i – число идентичных антигенов, Ab и Ac – общее число антигенов у сравниваемых особей¹.

Сформированы 3 группы бычков и телок ($n = 10$) в зависимости от степени сходства родительских пар: 1-я – животные от низкого генетического сходства (0,1–0,4), 2-я – среднего (0,41–0,6), 3-я – высокого (0,61–0,9).

Изучено влияние на мясную продуктивность животных вариантов подбора родителей и степени генетического сходства родительских пар путем однофакторного дисперсионного анализа. Материалы экспериментов обработаны с помощью статистической программы Snedecor².

¹Храмцова И.А. Влияние генетического сходства родителей и живой массы коров на рост молодняка и результаты оценки быков-производителей по качеству потомства: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 2005. 23 с.

²Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Краснообск: РПО СО РАСХН, 2010. 237 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В мясном скотоводстве живая масса – основной показатель продуктивности животного. Показатели живой массы животных, полученных от родителей с различной степенью родства, представлены в табл. 1 и 2.

В возрасте трех лет коровы от близкородственных родителей уступали по живой массе аналогам на 11–37 кг, или 3–8%. При этом превосходство сверстниц, полученных от отдаленного и аутбредного степеней родства, статистически достоверно на уровне $p < 0,01$ – $0,001$. В 5 лет у коров от близкородственного спаривания живая масса была на 29–47 кг меньше (6–10%) при $p < 0,01$ – $0,001$.

Табл. 1. Живая масса коров, кг

Table. 1. Live weight of cows, kg

Степень родства	Статистический показатель	Возраст коров, лет	
		3	5
Близкородственная	<i>n</i>	28	28
	$M \pm m$	$450 \pm 7,1$	$486 \pm 7,6$
	<i>Cv</i>	4,2	8,3
Умеренная	<i>n</i>	30	30
	$M \pm m$	$461 \pm 3,3$	$515 \pm 6,3^{**}$
	<i>Cv</i>	1,6	6,7
Отдаленная	<i>n</i>	33	33
	$M \pm m$	$481 \pm 7,6^{**}$	$524 \pm 6,2^{***}$
	<i>Cv</i>	3,5	6,8
Аутбредная	<i>n</i>	28	28
	$M \pm m$	$487 \pm 4,5^{***}$	$533 \pm 8,8^{***}$
	<i>Cv</i>	2,1	8,8

Здесь и далее:

* $p < 0,05$.

** $p < 0,01$.

*** $p < 0,001$.

Табл. 2. Живая масса молодняка, кг

Table. 2. Live weight of young cattle, kg

Степень родства	Статистический показатель	Бычки		Телки	
		Возраст, мес			
		8	15	8	15
Близкородственная	<i>n</i>	6	6	28	28
	<i>M ± m</i>	206 ± 14,4	365 ± 19,7	207 ± 5,2	313 ± 7,5
	<i>Cv</i>	17,1	13,3	13,3	12,6
Умеренная	<i>n</i>	24	24	30	30
	<i>M ± m</i>	216 ± 4,7	378 ± 10,8	215 ± 4,6	332 ± 6,9
	<i>Cv</i>	10,7	13,9	11,6	11,4
Отдаленная	<i>n</i>	14	14	33	33
	<i>M ± m</i>	232 ± 7,2	397 ± 16,5	212 ± 4,2	323 ± 6,4
	<i>Cv</i>	11,7	15,5	11,5	11,4
Аутбредная	<i>n</i>	38	38	28	28
	<i>M ± m</i>	225 ± 4,2	406 ± 7,8	223 ± 5,8*	339 ± 6,7*
	<i>Cv</i>	11,6	11,8	13,7	10,4

Самая низкая живая масса отмечена у телок и бычков всех возрастов от близкородственного спаривания (см. табл. 2).

Известно, что от среднесуточного прироста зависит величина живой массы (см. рис. 1). Лидерами по скорости роста оказались бычки, полученные от спаривания неродственных родителей. Превосходство их над сверстниками от близкородственного спаривания составило 105 г (14%), умеренно – 87 (11%), отдаленного – 69 г (9%).

Статистический дисперсионный анализ полученных данных показал, что степень родства родительских пар оказывает досто-

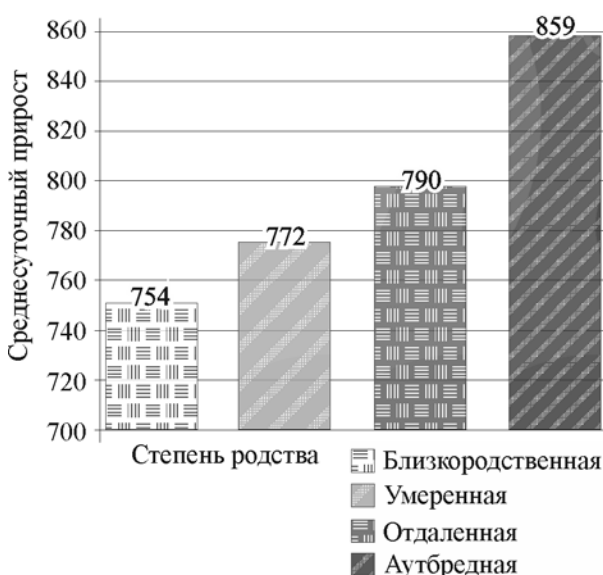


Рис. 1. Среднесуточный прирост живой массы бычков от 8- до 15-месячного возраста, г

Fig. 1. Average daily increase in live weight of bull-calves from 8 to 15 months of age, g

верное влияние на формирование продуктивности потомства. Низкие значения этого показателя до возраста животных 18 мес являются следствием влияния большего количества факторов (генотип, молочность матери, условия содержания) в начальной стадии формирования организма (см. табл. 3).

Сложившаяся тенденция в популяции животных герефордской породы в Сибири подтверждается и при изучении влияния на мясную продуктивность генетического сходства родителей. Так, все стадо животных в племенном репродукторе «Златоустовское» Тогучинского района Новосибирской области протестировано по 8 генетическим системам групп крови (АН, В, С, F, L, J, M, S)³. Бычки и телки 2-й группы (средняя степень генетиче-

ского сходства родительских пар) во всех возрастах имели превосходство по сравнению с аналогами (см. табл. 4).

В результате проведенного дисперсионного анализа данных установлено достоверное ($p < 0,001$) влияние степени генетического сходства родительских пар на величину живой массы (см. рис. 2).

Табл. 3. Влияние степени родства родительских пар на продуктивность телок и коров, η_x^2

Живая масса	Сила влияния фактора, %	p
Возраст:		
8 мес	2,7	$< 0,01$
15 мес	5,2	$< 0,001$
18 мес	4,7	$< 0,001$
3 года	11,1	$< 0,01$
5 лет	18,5	$< 0,001$

Табл. 4. Динамика живой массы бычков и телок, кг

Table. 4. Dynamics of live weight of bull-calves and heifers, kg

Возраст, мес	Группа					
	1-я		2-я		3-я	
	$M \pm m$	Cv	$M \pm m$	Cv	$M \pm m$	Cv
Бычки						
n	9		47		44	
При рождении	$28,6 \pm 0,6$	6,6	$28,9 \pm 0,3$	7,7	$28,3 \pm 0,3$	6,9
6	$151 \pm 2,8$	5,6	$170 \pm 0,6^{***}$	2,7	$165 \pm 0,7^{***}$	2,8
8	$197 \pm 2,7$	4,0	$217 \pm 1,2^{***}$	3,9	$207 \pm 1,1^{**}$	3,5
12	$292 \pm 1,4$	5,6	$303 \pm 0,8^{***}$	1,8	$295 \pm 0,9^*$	1,9
Телки						
n	10		73		43	
При рождении	$27,5 \pm 0,3$	3,1	$28,0 \pm 0,2$	4,8	$27,8 \pm 0,2$	4,9
6	$152 \pm 1,5$	3,2	$173 \pm 0,9^{***}$	4,4	$154 \pm 1,2$	5,2
8	$190 \pm 4,4$	7,3	$203 \pm 1,1^{***}$	4,7	$181 \pm 1,9$	6,9
12	$256 \pm 2,4$	2,9	$277 \pm 1,9^{***}$	5,9	$261 \pm 1,5$	3,7

³Инербаев Б.О. Селекционные и технологические особенности совершенствования племенных и продуктивных качеств скота герефордской породы сибирской популяции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Новосибирск, 2006. 42 с.

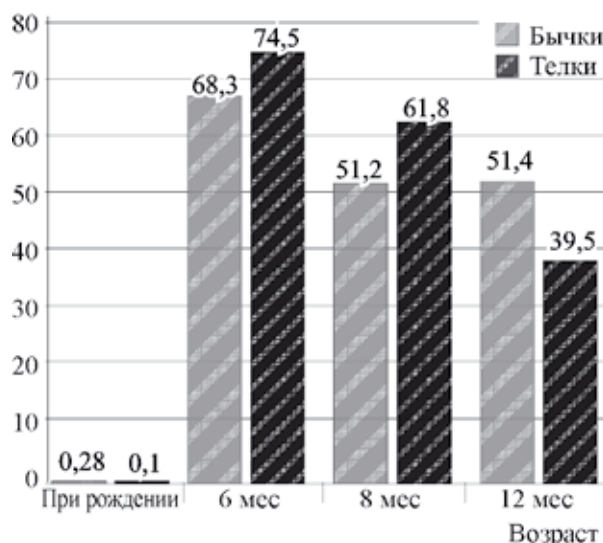


Рис. 2. Влияние степени генетического сходства родительских пар на живую массу бычков и телок, η_x^2

Fig. 2. Influence of the degree of genetic similarity of parental pairs on live weight of bull-calves and heifers, η_x^2

Влияние степени генетического сходства на живую массу при рождении не достоверно, что также подтверждает зависимость величины этого признака от породной принадлежности и физиологического состояния коровы.

Установлено максимальное влияние степени генетического сходства родительских пар на живую массу телят в 6 мес (68,3; 74,5%). Это объясняется тем, что до 6-месячного возраста телята находятся на полном подсосе под матерями. Дополнительная подкормка позволяет им наиболее полно реализовать генетический потенциал роста. После 6-месячного возраста сила влияния фактора снижается, что прежде всего обусловлено большим влиянием средовых факторов и отъема молодняка от матерей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Самые высокие показатели живой массы получены у потомства от неродственных аутбредных родителей. Сложившаяся тенденция является следствием высокой однородности популяции герефордского скота сибирской селекции. Превосходство аутбредных животных обусловлено разноточностью родительских пар, что обеспечивает внутривидовой гетерозис. Дисперсионным анализом данных установлено достоверное ($p < 0,001$) влияние степени генетического сходства родительских пар на величину живой массы бычков и телок. В племенной работе с герефордским скотом сибирской репродукции необходимо учитывать степень родства и генетического сходства родительских пар, что позволит получить наиболее точные и достоверные данные о племенной ценности животных. От этого будут зависеть интенсивность селекции и достижение намеченных показателей при улучшении конкретной популяции крупного рогатого скота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заднепрятский И.П., Ранделин А.В. Инбридинг в практике разведения герефордов // Зоотехния. 2000. № 3. С. 8–11.

2. Костомахин Н.М., Воронкова О.А., Габедва М.А. Продуктивные и воспроизводительные качества коров в зависимости от степени инбридинга // Главный зоотехник. 2019. № 5. С. 11–16.
3. Хакимов И.Н., Григорьев В.С., Мударисов Р.М. Улучшение экстерьера молодняка герефордской породы мясного скота методом интербридинга // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 2. С. 44–50.
4. Вишневский С.Н. Системный анализ компонентов крови телок абердин-ангусской породы с отдаленным инбридингом // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 10 (116). С. 102–105.
5. Гармаев Д.Ц. Технология мясного скотоводства в Республике Бурятия: монография. Улан-Удэ: Издательство БГСХА, 2007. 118 с.
6. Герасимов Н.П., Джуламанов К.М. Влияние варианта подбора родительских пар на проявление селекционных признаков у герефордских бычков // Вестник БГСХА. 2018. № 4 (53). С. 37–43.
7. Донник И.М., Мырзин В.С., Лоретц О.Г. Влияние инбридинга на живую массу коров, экономическая эффективность инбридинга и рекомендации производству // Аграрный вестник Урала. 2013. № 6 (112). С. 6–8.
8. Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. Совершенствование генеалогической структуры скота герефордской породы – основа перспективного внутривидового типа // Вестник мясного скотоводства. 2006. Т. 1. № 59. С. 72–75.
9. Шендаков А.И., Шендакова Т.А., Колобанова В.Н. Мониторинг распространения инбридинга в стадах молочного скота Орловской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 6. С. 88–94.
10. Инербаев Б.О., Борисов Н.В. Качество говядины чистопородного и помесного скота Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 5. С. 45–51.
11. Инербаев Б.О., Инербаева А.Т., Храмова И.А., Рагимов Г.И., Захаров Н.Б. Племенные и продуктивные качества коров герефордской породы сибирской и канадской репродукций // Вестник НГАУ. 2016. № 3 (40). С. 185–192.
12. Смирнова М.Ф., Сафронов С.Л., Сулоев А.М., Фомина Н.В. Особенности роста и

развития молодняка герефордской породы в разных регионах России // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 8. С. 23–26.

13. Бактыгалиева А.Т., Джуламанов К.М., Урынбаева Г.Н. Приемы улучшения племенных ресурсов внутрипородных типов скота // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3 (95). С. 34–40.

REFERENCES

1. Zadnepryanskii I.P., Randelin A.V. Zadnepryansky I.P., Randelin A.V. Inbreeding v praktike razvedeniya gerefordov [Inbreeding in the practice of Hereford breeding]. *Zootekhnika* [Zootechnika], 2000, no. 3, pp. 8–11. (In Russian).
2. Kostomakhin N.M., Voronkova O.A., Gابدava M.A. Produktivnye i vosproizvoditel'nye kachestva korov v zavisimosti ot stepeni inbridinga [Productive and reproductive traits of cows depending on the degree of inbreeding]. *Glavnyi zootekhnik* [Chief zootechnician], 2019, no. 5, pp. 11–16. (In Russian).
3. Khakimov I.N., Grigor'ev V.S., Mudarison R.M. Uluchshenie ekster'era molodnyaka gerefordskoi porody myasnogo skota metodom [Improvement of young Hereford beef cattle exterior by interbreeding method]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Fodder Production], 2018, vol. 101, no. 2, pp. 44–50. (In Russian).
4. Vishnevskii S.N. Sistemnyi analiz komponentov krovi telok aberdin-angusskoi porody s otdalennym inbridingom [The system analysis of the components of the blood of heifers of Aberdeen-Angus species with the distant inbreeding]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik Orenburg State University], 2010, no. 10 (116), pp. 102–105. (In Russian).
5. Garmaev D.Ts. *Tekhnologiya myasnogo skotovodstva v Respublike Buryatiya* [Technology of beef cattle breeding in the Republic of Buryatia]. Ulan-Ude: Izdatel'stvo BGSKhA [Publishing House of Buryat State Academy of Agriculture], 2007, 118 p. (In Russian).
6. Gerasimov N.P., Dzhulamanov K.M. Vliyanie varianta podbora roditel'skikh par na proyavlenie selektsionnykh priznakov u gerefordskikh bychkov [The impact of mating system variant on the expression of selective traits in Hereford bull-calves]. *Vestnik BGSKhA* [Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture], 2018, no. 4 (53), pp. 37–43. (In Russian).
7. Donnik I.M., Mymrin V.S., Loretts O.G. Vliyanie inbridinga na zhivuyu massu korov, ekonomicheskaya effektivnost' inbridinga i rekomendatsii proizvodstvu [The influence of inbreeding on live weight of cows, the cost effectiveness of inbreeding and production recommendations]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2013, no. 6 (112), pp. 6–8. (In Russian).
8. Dzhulamanov K.M., Dubovskova M.P. Sovershenstvovanie genealogicheskoi struktury skota gerefordskoi porody – osnova perspektivnogo vnutripородного tipa [The improvement of the pedigree structure of the Hereford breed is the basis of the prospective pedigree type]. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [The Herald of Beef Cattle Breeding], 2006, vol. 1, no. 59, pp. 72–75. (In Russian).
9. Shendakov A.I., Shendakova T.A., Kolobanova V.N. Monitoring rasprostraneniya inbridinga v stadakh molochного skota Orlovskoi oblasti [Monitoring the spread of inbreeding in dairy herds in the Orel region]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], 2018, no. 6, pp. 88–94. (In Russian).
10. Inerbaev B.O., Borisov N.V. Kachestvo govyadiny chistopородного i pomесного skota Sibiri [Beef quality of pure-bred and crossbred beef cattle of Siberia]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 5, pp. 45–51. (In Russian).
11. Inerbaev B.O., Inerbaeva A.T., Khamtsova I.A., Ragimov G.I., Zakharov N.B. Plemennye i produktivnye kachestva korov gerefordskoi porody sibirskoi i kanadskoi reproduksii [Breeding and fertile abilities of Hereford cows of Siberian and Canadian reproduction]. *Vestnik NGAU* [Bulletin of Novosibirsk State Agrarian University], 2016, no. 3 (40), pp. 185–192. (In Russian).
12. Smirnova M.F., Safronov S.L., Suloev A.M., Fomina N.V. Osobennosti rosta i razvitiya molodnyaka gerefordskoi porody v raznykh regionakh Rossii [Features of growth and development of young Hereford breed in different regions of Russia]. *Molochное i myasное skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2015, no. 8, pp. 23–26. (In Russian).

13. Baktygalieva A.T., Dzhulamanov K.M., Urynbaeva G.N. Priemy uluchsheniya plemennykh resursov vnutriporodnykh tipov skota [Techniques for the improvement of breed resources

inbreed types of livestock]. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [The Herald of Beef Cattle Breeding], 2016, no. 3 (95), pp. 34–40. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Инербаев Б.О., доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией; e-mail: bazin60@nsk.ru

Храмцова И.А., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; e-mail: sibnptig@ngs.ru

✉ **Инербаева А.Т.**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки**; Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: atinerbaeva@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

Inerbayev B.O., Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher, Laboratory Head; e-mail: bazin60.nsk@mail.ru

Khramtsova I. A., Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; e-mail: sibnptig@ngs.ru

✉ **Inerbayeva A.T.**, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher; **address**: PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: atinerbaeva@yandex.ru

Дата поступления статьи 20.04.2020

Received by the editors 20.04.2020