

Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 4. С. 30-39.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2023. Vol. 106, no 4. P. 30-39.

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА

Научная статья
УДК 636.082
doi:10.33284/2658-3135-106-4-30

Влияние инбредного и аутбредного подбора родительских пар на формирование материнских качеств заволжского типа казахской белоголовой породы

Шакур Ахмеевич Макаев¹, Роман Павлович Герасимов²

^{1,2}Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹shakur.makayev@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9617-0327>

²slavur7@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2577-3355>

Аннотация. Линейное разведение в казахской белоголовой породе предполагает развитие и закрепление в потомстве ценных особенностей лучших животных для получения следующего поколения с консолидированным генотипом путём внедрения гомогенного подбора и контролируемого родственного спаривания. Цель исследования состояла в мониторинге степени инбредности заволжского типа и оценке влияния вида подбора родительских пар на продуктивные качества маточной части стада казахской белоголовой породы. Доля инбредных животных составляла 8,48 % всего маточного контингента. Среди них наибольшая часть (60,16 %) коров получена в результате родственного спаривания в умеренной степени. Средний коэффициент инбридинга по стаду достигал 8,34 %, а в разрезе заводских линий варьировал от 5,45 до 20,0 %. Стабилизирующий подбор родительских пар способствовал консолидации у потомства селекционируемых признаков, что выразилось в снижении изменчивости живой массы на 19,8 %, молочности – на 9,39 %, оценке экстерьера – на 14,6 % и повышению уровня продуктивности – на 1,6-2,4 % у инбредных коров относительно аутбредных аналогов. Близкородственное спаривание негативно отразилось на массивности коров, которые уступали сверстницам гетерогенного подбора на 7,1 кг (1,33 %). Для предупреждения инбредной депрессии в стаде необходимо проводить мониторинг степени гомозиготности популяции.

Ключевые слова: коровы, казахская белоголовая порода, заволжский тип, подбор, инбридинг, аутбридинг, изменчивость, живая масса, молочность, экстерьер

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ FNWZ-2021-0001).

Для цитирования: Макаев Ш.А., Герасимов Р.П. Влияние инбредного и аутбредного подбора родительских пар на формирование материнских качеств заволжского типа казахской белоголовой породы // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 4. С. 30-39. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-30>

BREEDING, SELECTION, GENETICS

Original article

Effect of inbred and outbred mating of parental pairs on formation of maternal traits in Zavolzhsky type of Kazakh White-Headed breed

Shakur A Makayev¹, Roman P Gerasimov²

^{1,2}Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹shakur.makayev@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9617-0327>

²slavur7@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2577-3355>

Abstract. Linear breeding in Kazakh White-Headed breed implies development and consolidation of valuable traits of the best animals in the progeny in order to obtain the next generation with consolidat-

ed genotype by introducing homogeneous selection and controlled mating. The purpose of the study was to monitor the degree of inbreeding in Zavolzhsky type and to evaluate the effect of the mating system of parental pairs on the productive traits of the Kazakh White-Headed mature herd. The proportion of inbred animals was 8.48% of the total mature herd. Among them, the largest part (60.16%) of cows was obtained as a result of mating in moderate degree. The average inbreeding coefficient for the herd reached 8.34% and ranged from 5.45 to 20.0% by breeder lines. Stabilizing selection of parental pairs promoted consolidation of breeding traits in progeny, which was expressed in decrease of variability in live weight by 19.8%, milk yield - by 9.39% and exterior evaluation - by 14.6% and increase of productivity level by 1.6-2.4% in inbred cows relative to outbred counterparts. Close inbreeding had a negative effect on cow massiveness, which was 7.1 kg (1.33%) inferior to heterogeneous mating. The level of homozygosity in the population should be monitored to prevent inbred depression in a herd.

Keywords: cows, Kazakh White-Headed breed, Zavolzhsky type, mating, inbreeding, outbreeding, variability, live weight, milk productivity, exterior

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2021-2023 FSBRI FRC BST RAS (No. FNWZ-2021-0001).

For citation: Makaev ShA, Gerasimov RP. Effect of inbred and outbred mating of parental pairs on formation of maternal traits in Zavolzhsky type of Kazakh White-Headed breed. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(4):30-39. (In Russ.) <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-30>

Введение.

Совершенствование породных ресурсов в мясном скотоводстве направлено на формирование таких популяций, которые в конкретных природно-хозяйственных условиях проявляют максимальную продуктивность при эффективном использовании имеющихся средств (Цыдыпов С.С. и Гармаев Д.Ц., 2022). При этом большое значение отводится искусственному отбору и племенному подбору в соответствии с разработанными стандартом и планом для каждой отдельной популяции (Герасимов Н.П. и Джуламанов К.М., 2018). Отбор и подбор направлены, в первую очередь, на поддержание и улучшение внутривидовой структуры интенсивным использованием выдающихся животных в системе воспроизводства стада (Shevkhezhev AF et al., 2018). В результате происходит дифференциация породы на элементы, формируются линии, семейства, внутривидовые типы, что ведёт к повышению генетического потенциала продуктивности животных и совершенствованию породы в целом (Джуламанов К.М. и др., 2018). Таким образом, чистопородные животные отличаются определённой общностью происхождения. При создании заводской линии группу потомков типизируют на выдающегося родоначальника путём целенаправленного отбора и подбора, что выражается в единообразии племенных и продуктивных качеств у продолжателей. Неизбежно с течением времени, через 5-6 поколений, тип производителя теряется, и линия затухает. Однако в условиях интенсификации животноводства и перевода её на ресурсосберегающие технологии наиболее эффективны типизированные и однородные стада (Руденко О.В., 2022). Поэтому для поддержания племенной ценности и продуктивности линейных животных на определённом уровне применяется гомогенный подбор, в том числе с использованием инбридинга (Смарагдов М.Г., 2020).

В казахской белоголовой породе выведено 22 заводских линии, животные которых распространены почти во всех племенных хозяйствах. Кроме того, совершенствуются созданные новые высокопродуктивные типы: Шагатайский, Анкатинский, Заволжский и Могойтуский (Хайнацкий В.Ю. и др., 2020). Следует отметить, что структура породы формируется в основном вокруг каждого племенного завода и в зоне его действия. Совершенствование заволжского типа казахской белоголовой породы регулярно координировалось перспективными планами селекционно-племенной работы со стадом СПК «Племзавод «Красный Октябрь» Волгоградской области. Использование целого ряда выдающихся быков-производителей желательного типа создана стабильная генеалогическая структура стада (Макаев Ш.А. и Герасимов Н.П., 2020). Процесс создания и ведения заводских линий заволжской популяции является особо важным элементом селекции животных, влияние его на генеалогическую структуру породы распространяется на всю территорию России. Несмотря на многообразие внутривидового состава казахского белоголового скота, многие старые родственные группы и линии за 7-10 поколений применявшегося гетерогенного подбора и массовых кроссов не имеют устойчивой наследственности (Солошенко В.А. и др.,

2021). Это связано с использованием комбинационной способности (сочетаемости) заводских линий для получения аддитивного эффекта (гетерозиса). Таким образом, актуальной задачей при совершенствовании казахской белоголовой породы является развитие и закрепление в потомстве ценных особенностей лучших животных для получения следующего поколения с консолидированным генотипом путём внедрения гомогенного подбора и контролируемого родственного спаривания.

Цель работы.

Мониторинг степени инбредности заволжского типа казахской белоголовой породы, а также оценка влияния вида подбора родительских пар на продуктивные качества маточной части стада.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Коровы заволжского типа казахской белоголовой породы СПК племзавод «Красный Октябрь» Волгоградской области.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (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 для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Влияние вида подбора родительских пар на продуктивные и племенные качества изучали в стаде коров возраста 4-5 лет в СПК племзавод «Красный Октябрь» Волгоградской области. Для анализа генеалогической структуры и продуктивности животных использовались данные бонитировки и документация племенного и зоотехнического учёта, племенные карточки животных. Оценку конституции и экстерьера коров проводили по 100-балльной шкале, молочности по живой массе телёнка в 205 дней (Амерханов Х.А. и др., 2012).

Для изучения степени инбредности племенного стада применяли формулу Райта-Кисловского:

$$F = \sum \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{n+n_1-1} \times (1 + f_a) \right],$$

где F – коэффициент инбридинга;

(1/2) – доля наследственности, получаемая потомком от каждого из родителей;

n – ряд в родословной, где встречается общий предок с материнской стороны;

n₁ – то же, с отцовской стороны;

f_a – коэффициент инбридинга для общего предка, если он сам получен в результате инбридинга.

При определении степени инбридинга использовали шкалу в зависимости от коэффициента: тесный (кровосмешение) – 25 % и более, близкий – 12,5-25 %, умеренный – 1,55-12,5 %, отдалённый – 0,20-1,55 %.

Статистическая обработка. Анализ данных проводили с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США) по алгоритмам описательной статистики и корреляционного анализа. Определение значимости различий между групповыми средними значениями проводили по критерию Стьюдента, при этом критический уровень значимости в данном исследовании принимался P ≤ 0,05.

Результаты исследований.

Анализ генеалогии маточного стада казахской белоголовой породы показал, что при совершенствовании заволжского типа применяются разные виды племенного подбора родительских пар (рис. 1). Неродственное чистопородное разведение использовалось для получения основного

массива поголовья коров – 91,52 %. В первую очередь, это потомство, полученное при кроссировании заводских линий. Инбредные животные составляют 8,48 % маточного контингента.

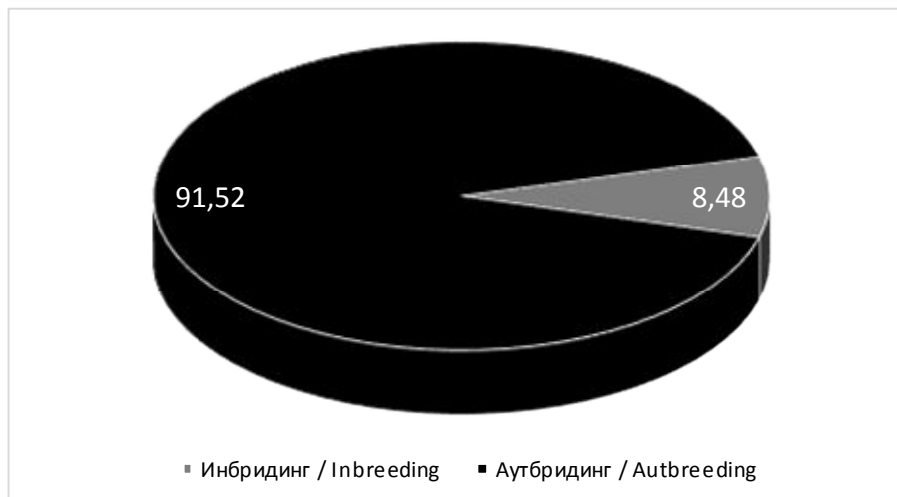


Рис. 1 – Соотношение типов подбора, используемых при совершенствовании заволжского типа
Figure 1 – Ratio of mating systems used in improving the Zavolzhsy type

Среди инбредного поголовья наибольшая доля (60,16 %) коров получена в результате родственного спаривания в умеренной степени (рис. 2). В то время как на тесный, близкий и отдалённый инбридинг приходилось 12,50-14,06 % животных. Таким образом, селекционную работу с заволжским типом проводили при контроле роста гомозиготности стада, что исключало появление инбредной депрессии. Так, на долю коров от близкородственного спаривания приходилось 2,19 %, а количество животных от умеренного и отдаленного инбридинга – 6,19 % от всего маточного поголовья.

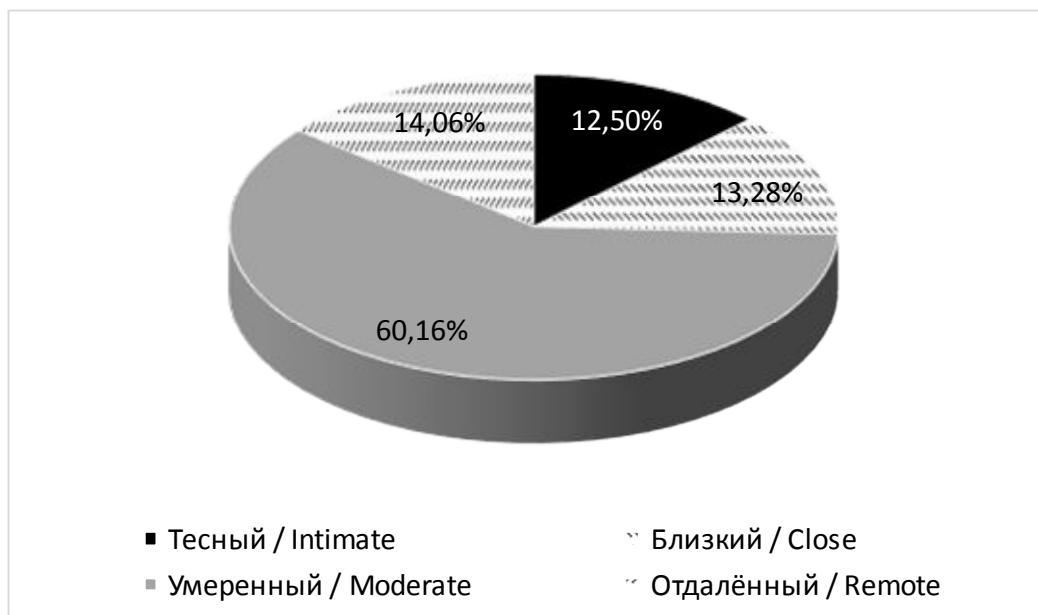


Рис. 2 – Распределение маточного стада в зависимости от степени инбридинга
Figure 2 – Distribution of mature herd depending on the level of inbreeding

Использование гомогенного подбора было направлено на повышение консерватизма наследственности и консолидации изменчивости селекционируемых признаков (табл. 1). Так, аутбредные коровы отличались большей вариабельностью живой массы ($\sigma=52,77$ кг), молочности ($\sigma=29,72$ кг) и оценкой экстерьера ($\sigma=3,98$ балла) по сравнению с инбредными аналогами (соответственно 42,32; 26,93 и 3,40). Снижение изменчивости признаков у потомства от гомогенного подбора не оказало отрицательного влияния на хозяйственно-полезные качества животных. Инбредные коровы незначительно превосходили гетерогенных сверстниц по живой массе на 8,7 кг (1,64 %), по молочности – на 4,6 кг (2,42 %), по экстерьеру – на 0,4 балла (0,5 %). Более того, максимальный весовой рост и молочность отмечались у животных, полученных при кровосмешении, которые превосходили аутбредных аналогов на 17,7 кг (3,33 %) и 8,0 кг (4,21 %) соответственно. Также коровы от тесного инбридинга характеризовались наименьшим стандартным отклонением по живой массе на 1,9-13,31 кг и по молочности – на 5,28-7,55 кг относительно других видов чистопородного разведения.

Таблица 1. Влияние типа подбора на изменчивость селекционируемых признаков у коров
Table 1. Effect of mating system on variability of breeding traits in cows

Тип подбора / Mating system	n	Живая масса, кг / Live weight, kg		Молочность, кг / Milk productivity, kg		Экстерьер, балл / Exterior, score	
		X±Sx	σ	X±Sx	σ	X±Sx	σ
Инбридинг / Inbreeding	128	540,6±3,74	42,32	194,4±2,51	26,93	81,5±0,30	3,40
тесный / intimate	16	549,6±9,87	39,46	197,8±5,93	22,17	81,1±1,16	4,64
близкий / close	17	524,8±11,76	48,50	196,1±7,39	28,63	83,2±1,00 ^{ab}	4,11
умеренный / moderate	77	541,4±4,71	41,36	192,9±3,30	27,45	81,1±0,35 ^a	3,06
отдалённый / remote	18	544,1±10,01	42,46	196,1±6,95	28,66	81,9±0,56	2,37
Аутбридинг / Outbreeding	350	531,9±2,82	52,77	189,8±1,68	29,72	81,1±0,21 ^b	3,98

Примечание: значения в столбце с одинаковым индексом различаются: ^{a,b} – $P \leq 0,05$.

Note: values in the column with the same index are different: ^{a,b} – $P < 0,05$.

Напротив, близкородственное спаривание негативно отразилось на массивности животных, которые уступали аутбредным аналогам на 7,1 кг (1,33 %). При этом фенотип варьировал в довольно широком диапазоне по сравнению со сверстницами, полученными от родственного подбора других степеней. Однако коровы от близкого инбридинга получили наивысшую среди подконтрольного поголовья оценку конституции и экстерьера, которые значительно превосходили на 2,2 балла ($P \leq 0,05$) маток умеренного родственного и аутбредного подбора.

В мясном скотоводстве родственное спаривание применяют для закрепления желательных признаков и стойкой передачи их потомству. При линейном разведении эта задача сводится к поддержанию и развитию наследственных качеств выдающегося родоначальника. Таким образом, при ведении заводских линий контролируется используется инбридинг для консолидации генетических особенностей внутривидовой группы. В связи с этим эффективность инбридинга целесообразно оценивать в разрезе линейной принадлежности маточного поголовья (табл. 2).

Наивысшая степень инбридинга (20,0 %) отмечалась у потомства быка Пиона 29, а минимальная (5,45 %) – у Смычка 5545к НКБ-26. При этом близкородственное спаривание в линии Пиона было сопряжено со значительной изменчивостью живой массы и наименьшей вариабельностью молочности коров. При этом развитие данных признаков у потомков Пиона было ниже среднего по группе инбредных животных. Напротив, относительно невысокая интенсивность родственных спариваний в линии Смычка ассоциировалась с максимальной выраженностью массивности и молочности животных среди инбредного поголовья. При этом высокая консолидированность наблюдалась по живой массе и низкая по молочности. Такая же тенденция отмечалась у потомства Памира 10к НВ21.

Таблица 2. Влияние типа подбора на изменчивость селекционируемых признаков у коров в разрезе заводских линий

Table 2. Effect of selection type on variability of productive traits in cows in the context of breeding lines

Линия / Line	F ¹ , %	Живая масса, кг / Live weight, kg		Молочность, кг / Milk productivity, kg		Экстерьер, балл / Exterior, score	
		X±Sx	σ	X±Sx	σ	X±Sx	σ
Задорный (n=53) / <i>Zadorny</i> (n=53)	9,53	538,3±6,27	45,62	186,8±3,93 ^a	26,39	80,0±0,49 ^{abcd}	3,56
Король (n=12)/ <i>Korol'</i> (n=12)	9,71	535,9±11,49	39,82	199,2±7,50	23,71	83,2±1,12 ^a	3,86
Пион / <i>Pion</i> (n=4)	20,0	535,2±42,92	85,83	187,2±11,35	22,69	83,5±1,26 ^b	2,52
Замок (n=21)/ <i>Zatok</i> (n=21)	6,05	535,4±10,43	47,78	196,9±5,64	24,58	82,5±0,66 ^c	3,04
Смычек (n=19)/ <i>Smychok</i> (n=19)	5,45	558,8±7,17	31,26	205,3±6,76 ^a	28,66	83,2±0,57 ^d	2,50
Памир (n=19)/ <i>Pamir</i> (n=19)	7,11	538,4±5,08	22,13	198,3±6,62	28,84	81,2±0,48	2,10

Примечание: значения в столбце с одинаковым индексом различаются: ^{a, b, c, d} – P≤0,05.

¹ – коэффициент инбридинга

Note: values in the column with the same index are different: ^{a, b, c, d} – P≤0.05.

¹ – inbreeding index

Отрицательное влияние инбридинга на молочность и формирование экстерьера отмечалось у коров линии Задорного 1325к НКБ-55. По развитию телосложения они значительно уступали продолжателям Пиона на 3,5 балла (P≤0,05), Замка и Короля – на 2,5-3,2 балла (P≤0,01), Смычка – на 3,2 балла (P≤0,001). По молочности существенная разница установлена относительно потомства Смычка на 18,5 кг (9,90 %; P≤0,05).

Степень инбридинга положительно коррелирует со стандартным отклонением по живой массе (r=0,31) и по оценке экстерьера (r=0,76), тогда как с изменчивостью молочности выявлена отрицательная взаимосвязь (r=-0,49). Однако при расчёте не учитывались данные по заводской линии Пиона 29, так как немногочисленное поголовье (n=4) не может репрезентативно характеризовать крайние варианты изменчивости фенотипа и степени инбридинга. Тем не менее корреляционный анализ свидетельствует, что повышение интенсивности родственных спариваний не способствует консолидации признаков продуктивности.

Обсуждение полученных результатов.

Исследование было направлено на изучение типа подбора родительских пар на формирование хозяйственно-полезных качеств коров казахской белоголовой породы. В результате установлено, что количество инбредных животных в маточной части стада СПК племзавод «Красный Октябрь» Волгоградской области не превышает 9 %. Это свидетельствует о контролируемом использовании инбридинга для совершенствования и стабилизации достигнутого уровня продуктивности. В молочном скотоводстве степень инбредности племенных стад варьирует в более широком диапазоне от 32,4 % в Кабардино-Балкарии (Моллаева А.Б. и др., 2022) до 72,7 % в Ярославской области (Улитин А.В. и Зверева Е.А., 2022). Для элиминации отрицательного влияния возрастания инбридинга в молочных стадах Недашковский И.С. с коллегами (2018) рекомендуют проводить мониторинг активной части популяции и контроль подбора родительских пар с сохранением и продолжением генеалогических ветвей при линейном разведении. По сведениям Смараглова М.Г. и Кудинова А.А. (2019), средний коэффициент инбридинга на основе идентификации в геноме протяжённых

гомозиготных районов (РОН) у голштинизированных чёрно-пёстрых коров из четырёх племенных заводов Ленинградской области составлял от 5,5 до 8,0 %. Эти результаты согласуются с нашими данными, которые достигали 8,34 % при вариабельности в разрезе заводских линий от 5,45 до 20,0 %. Угнивенко А.Н. (2018) отмечал, что с ростом коэффициента инбридинга наблюдается незначительное снижение молочности у мясных коров. Также установлена тенденция к увеличению средних значений балльной оценки экстерьера при возрастании уровня геномного инбридинга (F_{ROH}) в молочных стадах (Недашковский И.С. и др., 2023). В наших исследованиях степень инбредности заволжского типа положительно ассоциируется с фенотипическим сходством коров по живой массе и оценке экстерьера, а с изменчивостью молочности выявлена отрицательная взаимосвязь.

В герефордском стаде варианты подбора родительских пар значительно определяли ($P \leq 0,01-0,001$) формирование мясной продуктивности потомства. Коровы от отдалённого инбридинга и аутбредных родителей имели преимущество по живой массе на 31-47 кг относительно аналогов от близкородственного спаривания (Инербаев Б.О. и др., 2020). В нашей работе близкородственный подбор также негативно повлиял на весовой рост животных, которые уступали аутбредным сверстницам на 7,1 кг (1,33 %). Однако использование инбридинга в других степенях имело позитивный эффект на величину живой массы казахских белоголовых коров, в том числе и кровосмешение. В целом инбредные коровы превосходили аутбредных на уровне тенденции ($P=0,097$). В исследованиях Айсанова З.М. с коллегами (2022) на ремонтных тёлках также установлено существенное ($P \leq 0,05-0,001$) превосходство на 3,7-7,0 % инбредного молодняка по живой массе вплоть до 18-месячного возраста относительно аутбредных сверстниц.

Заключение.

Совершенствование заволжского типа казахской белоголовой породы проводится как улучшающим, так и стабилизирующим подбором родительских пар. Такой приём позволяет сохранить у потомства селекционные достижения родителей, что выражается в снижении изменчивости по живой массе на 19,8 %, молочности – на 9,39 %, оценке экстерьера – на 14,6 % и повышению уровня продуктивности – на 1,6-2,4 % у инбредных коров относительно аутбредных аналогов. Для предупреждения инбредной депрессии в стаде необходимо проводить мониторинг степени гомозиготности популяции. На долю коров от близкородственного спаривания приходилось 2,19 %, а количество животных от умеренного и отдаленного инбридинга – 6,19 % от всего маточного поголовья.

Список источников

1. Влияние инбридинга на молочную продуктивность дочерей голштинских быков-производителей / А.Б. Моллаева, Ф.А. Вологирова, А.А. Жуков, З.М. Айсанов // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59-2. С. 61-67. [Mollaeva AB, Vologirova FA, Zhukov AA, Aisanov ZM. Influence of inbreeding of Holstein sires' daughters on milk productivity. Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2022;59(2):61-67. (In Russ.)]. doi: 10.54258/20701047_2022_59_2_61
2. Влияние инбридинга на скороспелость ремонтного молодняка голштинской породы / З.М. Айсанов, Т.Т. Тарчоков, Р.З. Абдулхаликов, М.Г. Тлейншева // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 49-56. [Aisanov ZM, Tarchokov TT, Abdulkhalikov RZ, Tleynsheva MG. Influence of inbreeding on the early maturity of replacement young Holstein breed. Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov. 2022;4(38):49-56. (In Russ.)]. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-49-56
3. Герасимов Н.П., Джуламанов К.М. Влияние варианта подбора родительских пар на проявление селекционных признаков у герефордских бычков // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.П. Филиппова. 2018. № 4(53). С. 37-43. [Gerasimov NP, Dzhulamamanov KM. The impact of mating system variant on the expression of selective traits in Hereford bull-

calves. Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2018;4(53):37-43. (*In Russ.*).

4. Джуламанов К.М., Селионова М.И., Герасимов Н.П. Генетическая характеристика популяции герефордского скота // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 4(48). С. 59-64. [Dzhulamanov KM, Selionova MI, Gerasimov NP. The genetic characteristic of Hereford cattle population. Vestnik Bashkir State Agrarian University. 2018;4(48):59-64. (*In Russ.*). doi: 10.31563/1684-7628-2018-48-4-59-64

5. Инербаев Б.О., Храмова И.А., Инербаева А.Т. Влияние степени родства и генетического сходства на продуктивность герефордов Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 62-68. [Inerbayev BO, Khramtsova IA, Inerbayeva AT. Influence of degree of kinship and genetic similarity on productivity of Siberian Herefords. Siberian Herald of Agricultural Science. 2020;50(3):62-68. (*In Russ.*). doi: 10.26898/0370-8799-2020-3-6

6. Казахская белоголовая – первая отечественная специализированная порода мясного скота / В.Ю. Хайнацкий, В.А. Гонтюров, К.М. Джуламанов, А.П. Искандерова, С.Д. Тюлебаев // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 7-10. [Hainatski VYu, Gontyurev VA, Dzhulamanov KM, Iskanderova AP, Tyulebaev SD. The Kazakh White-Headed breed - the first domestic specialized a breed of beef cattle. Dairy and Beef Cattle Farming. 2020;2:7-10. (*In Russ.*). doi: 10.33943/MMS.2020.98.89.002

7. Макаев Ш.А., Герасимов Н.П. Влияние генотипа быков-отцов казахской белоголовой породы по генам CAPN1, CAST и TG5 на качественные показатели мяса у потомков // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 3. С. 102-113. [Makaev ShA, Gerasimov NP. Influence of genotype of sires of the Kazakh White-Headed breed by genes CAPN1, CAST and TG5 on meat quality parameters in offspring. Animal Husbandry and Fodder Production. 2020;103(3):102-113. (*In Russ.*). doi: 10.33284/2658-3135-103-3-102

8. Недашковский И.С., Контэ А.Ф., Сермягин А.А. Влияние уровня геномного инбридинга голштинских быков-производителей на изменчивость показателей экстерьера и тип телосложения их дочерей // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 6. С. 66-74. [Nedashkovsky IS, Konte AF, Sermyagin AA. Influence of the level of genomic inbreeding Holstein and Black-and-White sires on genetic variability and evaluation of the estimated breeding value of the body type of their daughters. Achievements of Science and Technology of AIC. 2023;37(6):66-74. (*In Russ.*). doi: 10.53859/02352451_2023_37_6_66

9. Оценка влияния уровня инбридинга на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинизированной популяции черно-пестрой породы / И.С. Недашковский, А.А. Сермягин, Т.В. Богданова, А.Н. Ермилов, И.Н. Янчуков, Н.А. Зиновьева // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 7. С. 17-22. [Nedashkovsky IS, Sermyagin AA, Bogdanova TV, Ermilov AN, Yanchukov IN, Zinovieva NA. Evaluation of inbreeding effect for milk production and fertility traits in Russian black-and-white cattle improved by Holstein breed. Dairy and Beef Cattle Farming. 2018;7:17-22. (*In Russ.*).

10. Оценка генеалогических линий крупного рогатого скота казахской белоголовой породы / В.А. Солошенко, В.А. Плешаков, Б.О. Инербаев, А.С. Дуров, И.А. Храмова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 1. С. 82-89. [Soloshenko VA, Pleshakov VA, Inerbayev BO, Durov AS, Khramtsova IA. Estimation of genealogical lines of cattle of the Kazakh white-headed breed. Siberian Herald of Agricultural Science. 2021;51(1):82-89. (*In Russ.*). doi: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-1-10>

11. Порядок и условия проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности / Х.А. Амерханов, И.М. Дунин, В.И. Шаркаев и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 37 с. [AmerkhanovKhA, Dunin IM, Sharkaev VI, etal. Poryadok i usloviya provedeniya bonitirovki plemennogo krupnogo rogatogo skota myasnogo napravleniya produktivnosti. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh»; 2012:37 p. (*In Russ.*).

12. Руденко О.В. Влияние различных степеней инбридинга на интенсивность роста ремонтных тёлочек // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1(57). С. 188-193. [Rudenko OV. Influence of various inbreeding degrees on growth intensity of replacement heifers. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022;1(57):188-193. (In Russ.)]. doi: 10.18286/1816-4501-2022-1-188-193
13. Смарагдов М.Г. Оценка инбридинга у голштинизированного скота // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 3. С. 3-7. [Smaragdov MG. Assessment of inbreeding of the holsteinized cattle. Dairy and Beef Cattle Farming. 2020;3:3-7. (In Russ.)]. doi: 10.33943/MMS.2020.23.86.001
14. Смарагдов М.Г., Кудинов А.А. Полногеномная оценка инбридинга у молочного скота // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 6. С. 51-53. [Smaragdov MG, Kudinov AA. Full genome inbreeding assessment of dairy cattle. Achievements of Science and Technology of AIC. 2019;33(6):51-53. (In Russ.)]. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10612
15. Угнивенко А.Н. К проблеме использования инбридинга в мясном скотоводстве // Ukrainian Journal of Ecology. 2018. № 8(1). С. 596-600. [Ugnivenko AN. Effect of inbreeding on Ukrainian Beef breed. Ukrainian Journal of Ecology. 2018;8(1):596-600. (In Russ.)]. doi: 10.15421/2017_254
16. Улитин А.В., Зверева Е.А. Показатели молочной продуктивности и жизнеспособности приплода чистопородных коров ярославской породы в зависимости от степени инбридинга // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 2(58). С. 27-32. [Ulitin AV, Zvereva EA. Indicators of milk producing ability and offspring viability of purebred cows of the Yaroslavl breed depending on the degree of inbreeding. Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald. 2022;2(58):27-32. (In Russ.)]. doi: 10.35694/YARCX.2022.58.2.004
17. Цыдыпов С.С., Гармаев Д.Ц. Некоторые хозяйственные и биологические особенности молодняка казахской белоголовой породы забайкальской селекции // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 1. С. 52-61. [Tsydyпов SS, Garmaev DTs. Some economic and biological features in Kazakh white-headed young cattle of the Transbaikalian selection. Animal Husbandry and Fodder Production. 2022;105(1):52-61. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-52>
18. Shevkhuzhev AF, Kayumov FG, Gerasimov NP, Shlykov SN, Shkrabak RV. Impact of scheme selection for parental pairs onto weight growth formation and Hereford calves' body type. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018;9(2):789-796.

References

1. Mollaeva AB, Vologirova FA, Zhukov AA, Aisanov ZM. Influence of inbreeding of Holstein sires' daughters on milk productivity. Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2022;59(2):61-67. doi: 10.54258/20701047_2022_59_2_61
2. Aisanov ZM, Tarchokov TT, Abdulkhalikov RZ, Tleynsheva MG. Influence of inbreeding on the early maturity of replacement young Holstein breed. Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov. 2022;4(38):49-56. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-49-56
3. Gerasimov N, Dzhulamanov K. The impact of mating system variant on the expression of selective traits in Hereford bull-calves. Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2018;4(53):37-43.
4. Dzhulamanov K, Selionova M, Gerasimov N. The genetic characteristic of Hereford cattle population. Vestnik Bashkir State Agrarian University. 2018;4(48):59-64. doi: 10.31563/1684-7628-2018-48-4-59-64
5. Inerbayev BO, Khramtsova IA, Inerbayeva AT. Influence of degree of kinship and genetic similarity on productivity of Siberian Herefords. Siberian Herald of Agricultural Science. 2020;50(3):62-68. doi: 10.26898/0370-8799-2020-3-6
6. Hainatski VYu, Gontyurev VA, Dzhulamanov KM, Iskanderova AP, Tyulebaev SD. The Kazakh White-Headed breed - the first domestic specialized a breed of beef cattle. Dairy and Beef Cattle Farming. 2020;2:7-10. doi: 10.33943/MMS.2020.98.89.002

7. Makaev ShA, Gerasimov NP. Influence of genotype of sires of the Kazakh White-Headed breed by genes CAPN1, CAST and TG5 on meat quality parameters in offspring. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(3):102-113. doi: 10.33284/2658-3135-103-3-102
8. Nedashkovsky IS, Konte AF, Semyagin AA. Influence of the level of genomic inbreeding Holstein and Black-and-White sires on genetic variability and evaluation of the estimated breeding value of the body type of their daughters. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2023;37(6):66-74. doi: 10.53859/02352451_2023_37_6_66
9. Nedashkovsky IS, Semyagin AA, Bogdanova TV, Ermilov AN, Yanchukov IN, Zinovieva NA. Evaluation of inbreeding effect for milk production and fertility traits in Russian black-and-white cattle improved by Holstein breed. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2018;7:17-22.
10. Soloshenko VA, Pleshakov VA, Inerbaev BO, Durov AS, Khrantsova IA. Estimation of genealogical lines of cattle of the Kazakh white-headed breed. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2021;51(1):82-89. doi: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-1-10>
11. Amerkhanov KhA, Dunin IM, Sharkaev VI, et al. The procedure and conditions for carrying out the assessment of purebred beef cattle. Moscow: FSBSI Rosinformagroteh; 2012:37 p.
12. Rudenko OV. Influence of various inbreeding degrees on growth intensity of replacement heifers. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2022;1(57):188-193. doi: 10.18286/1816-4501-2022-1-188-193
13. Smaragdov MG. Assessment of inbreeding of the holsteinized cattle. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2020;3:3-7. doi: 10.33943/MMS.2020.23.86.001
14. Smaragdov MG, Kudinov AA. Full genome inbreeding assessment of dairy cattle. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2019;33(6):51-53. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10612
15. Ugnivenko AN. Effect of inbreeding on Ukrainian Beef breed. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018;8(1):596-600. doi: 10.15421/2017_254
16. Ulitin AV, Zvereva EA. Indicators of milk producing ability and offspring viability of purebred cows of the Yaroslavl breed depending on the degree of inbreeding. *Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald*. 2022;2(58):27-32. doi: 10.35694/YARCX.2022.58.2.004
17. Tsydyrov SS, Garmaev DTs. Some economic and biological features in Kazakh white-headed young cattle of the Transbaikalian selection. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(1):52-61. doi: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-52>
18. Shevkhuzhev AF, Kayumov FG, Gerasimov NP, Shlykov SN, Shkrabak RV. Impact of scheme selection for parental pairs onto weight growth formation and Hereford calves' body type. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018;9(2):789-796.

Информация об авторах:

Шакур Ахмеевич Макаев, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, селекционно-генетический центр по мясным породам, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29.

Роман Павлович Герасимов, соискатель, селекционно-генетический центр по мясным породам, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29.

Information about the author:

Shakur A Makaev, Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher of the Breeding and Genetic Center For Beef Cattle Breeds, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000.

Roman P Gerasimov, applicant, Breeding and Genetic Center For Beef Cattle Breeds, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000.

Статья поступила в редакцию 27.10.2023; одобрена после рецензирования 28.11.2023; принята к публикации 11.12.2023.

The article was submitted 27.10.2023; approved after reviewing 28.11.2023; accepted for publication 11.12.2023.