

Использование геномной оценки в совершенствовании продуктивных качеств коров голштинской породы

В. О. Цыганок, Е. О. Цыганок, А. А. Бахарев[✉]

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

[✉]E-mail: salers@mail.ru

Аннотация. Цель исследования – проанализировать продуктивные и воспроизводительные качества скота голштинской породы Тюменской области в сравнении с ведущими предприятиями США с применением геномной селекции. **Материалы и методы.** Использованы зоотехнические, статистические и экономические методы. В рамках работы решались задачи по рассмотрению роста и развития ремонтного молодняка; анализировались основные показатели воспроизводства телок и коров основного стада; оценивалась молочная продуктивность коров и первотелок по данным первичного учета; проведена зоотехническая оценка быков-производителей, применяемых в условиях хозяйства; сопоставлялись результаты геномной оценки с фактической молочной продуктивностью. **Научная новизна** работы заключается в том, что генотипирование было проведено в условиях крупного промышленного комплекса, потому как применение геномной оценки не получило широкого распространения в хозяйствах на территории Российской Федерации. **Результаты исследований.** Показатели интенсивности роста ремонтного молодняка, выращиваемого в условиях предприятия ООО «Эвика-Агро», соответствуют мировым стандартам породы, а в некоторых случаях превосходят их. Интенсивность выращивания телок позволяет проводить более раннее осеменение, что способствует и ранним отелам: 98 % животных телятся до 25-го месяца жизни. Оценка молочной продуктивности во многом соответствуют показателям передовых хозяйств США. ООО «Эвика-Агро» использует выдающихся быков-производителей мирового генофонда для улучшения хозяйственно полезных признаков, тем самым ускоряя темпы селекции. Анализ геномной оценки показал значительное расхождение генетического базиса молочной продуктивности от фактического уровня молочной продуктивности. Это наиболее заметно по индексу пожизненной прибыли (682 \$) и среднему увеличению по молоку за лактацию (916,2 кг) между худшей и лучшей нетелью в выборке.

Ключевые слова: голштинская порода, зоотехническая оценка, продуктивные качества, геномная оценка, геномная селекция, генетический потенциал

Для цитирования: Цыганок В. О., Цыганок Е. О., Бахарев А. А. Использование геномной оценки в совершенствовании продуктивных качеств коров голштинской породы // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 02. С. 218–231. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-218-231>.

Дата поступления статьи: 07.06.23, **дата рецензирования:** 12.08.2023, **дата принятия:** 10.10.2023.

The use of genomic assessment in improving the productive qualities of Holstein cows

V. O. Tsyganok, E. O. Tsyganok, A. A. Bakharev[✉]

State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

[✉]E-mail: salers@mail.ru

Abstract. Purpose of the study is analysis of productive and reproductive qualities of the Holstein cattle of the Tyumen region in comparison with the leading American enterprises using genomic selection. **Materials and methods.** Zootechnical, statistical and economic methods were used. As part of the work, the tasks were solved to consider the growth and development of replacement young animals; the main indicators of reproduction of heifers and cows of the main herd were analyzed; the milk productivity of cows and first-calf heifers was estimated

according to the primary accounting data; a zootechnical assessment of sires used in the economy was carried out; the results of the genomic assessment were compared with the actual milk production. **The scientific novelty** of the work lies in the fact that genotyping was carried out in the conditions of a large industrial complex, because the use of genomic evaluation was not widely used in farms in the Russian Federation. **Research results.** The indicators of the intensity of growth of replacement young animals grown in the conditions of the Evika-Agro enterprise correspond to the world standards of the breed, and in some cases exceed them. The intensity of growing heifers allows for earlier insemination, which also contributes to early calving - 98% of animals calve up to 25 months of age. Estimates of milk production are largely consistent with those of advanced farms in the United States. "Evika-Agro" LLC uses outstanding sires from the world's gene pool to improve economically useful traits, thereby accelerating the rate of selection. Analysis of the genomic assessment showed a significant discrepancy between the genetic basis of milk production and the actual level of milk production. This is most noticeable in the lifetime earnings index (\$ 682) and the average increase in milk per lactation (916.2 kg) between the worst and best heifers in the sample.

Keywords: Holstein breed, zootechnical evaluation, productive qualities, genomic evaluation, genomic selection, genetic potential

For citation: Tsyganok V. O., Tsyganok E. O., Bakharev A. A. The use of genomic assessment in improving the productive qualities of Holstein cows. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24 (02): 218–231. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-218-231>. (In Russ.)

Date of paper submission: 07.06.23, **date of review:** 12.08.2023, **date of acceptance:** 10.10.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Одним из основных факторов эффективного развития животноводства является селекционно-племенная работа, включающая систему мероприятий, направленных на улучшение наследственных качеств сельскохозяйственных животных, повышение их породности и продуктивности.

Оценка племенной ценности крупного рогатого скота – сложный этап в разведении сельскохозяйственных животных. В текущих реалиях без использования геномной селекции невозможно достичь высоких показателей продуктивности, поэтому для перехода на качественно новый уровень ведения животноводства необходимо применение генотипирования. Данный инструмент ускорит генетический прогресс путем определения потенциала животного в раннем возрасте.

Актуальность данной работы заключается в том, что мировые тенденции в последнее десятилетие претерпевают значительные изменения, вызванные появлением новых технологий в оценке племенной ценности сельскохозяйственных животных на основе молекулярно-генетических маркеров хозяйственно ценных признаков продуктивности и здоровья.

Определение генетического потенциала на 2–3-й месяц жизни позволит проводить выростовку телочек, не подходящих под критерии селекционной программы. Это, в свою очередь, приведет к повышению среднего уровня продуктивности в стаде и снизит затраты на выращивании ремонтного молодняка, что в условиях рыночной экономики является важным показателем рентабельности сельскохозяйственного производства. Данный метод оценки племенной ценности актуален в условиях крупных

животноводческих комплексов, на которых концентрация производственных мощностей требует увеличения темпов селекционного прогресса.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследование проводилось на базе хозяйства ООО «Эвика-Агро» с 2018 по 2021 г. на животных голштинской породы, завезенных из Венгрии и Словакии в 2012–2014 гг. Стадо полностью адаптировано к условиям Тюменской области. По итогам 2020 г. надой на фуражную корову составил 11 071 кг за лактацию. Исследования производились на 880 животных.

В первую очередь проводилась оценка интенсивности выращивания молодняка при помощи проведения ежемесячных контрольных взвешиваний. Живая масса телят молочного периода осуществлялась измерительной лентой по показателю обхвата груди и определению живой массы по соответствующей шкале.

После проведения контрольного взвешивания проводились анализ среднесуточного прироста и живой массы телок и сравнение их с показателями ведущих хозяйств США.

Воспроизводительные качества отслеживались еженедельно после проведения ректального исследования с использованием программы управления стадом Dairy Comp 305. Полученные результаты также были сопоставлены с показателями передовых предприятий США.

Оценка молочной продуктивности происходила на основании документов первичного зоотехнического учета и последних завершённых лактаций. Полученные данные были сопоставлены с мировыми стандартами голштинской породы.

Зоотехническая оценка проверяемых быков проводилась методом сопоставления дочерей сверстниц. Подбор животных для проведения опыта происходил с помощью метода пар-аналогов.

Забор кожных выщипов осуществлялся аппликатором Allflex. Выщипы хрящевой ткани производились из ушей.

Все результаты отправляются в США в лабораторию компании STgenetics. Это одна из трех сертифицированных лабораторий в США. Все полученные данные попадают в единую базу генотипов голштинской породы CDCB (совет по племенному молочному скотоводству США).

Геномные результаты Vision+75™ включает геномный тест 75 признаков, маркеров и индексов, том числе все признаки CDCB, среди которых продуктивность, долголетие, здоровье, признак телосложения.

Обработка и анализ полученных данных производились с помощью электронных таблиц Excel. Результаты геномного тестирования обрабатывались в Excel.

Результаты исследования (Results)

1. Анализ роста и развития молодняка

Современная селекционная работа в области молочного животноводства представляет собой широкий комплекс мероприятий, направленных на совершенствование генетических характеристик породы, а также на повышение рентабельности племенных организаций. Значительный прогресс в качественном улучшении отрасли молочного скотоводства в странах с развитой селекционно-племенной работой является следствием внедрения инновационных биотехнологий, эффективных технологий содержания и кормления, комплексных программ селекции и разведения. В результате такого комплексного подхода уже многие годы наблюдается неуклонный рост генетического потенциала по ряду экономически значимых параметров. Во многих странах средняя продуктивность коров увеличилась более чем в два раза за последние 40 лет [1, с. 10414–10428].

Таблица 1.1

Динамика среднесуточного прироста и живой массы телок с возрастом, $S \pm x$

Возраст, мес.	ООО «Эвика-Агро»		Holstein Association USA	
	Привес ср. сут., г	Живая масса, кг	Привес ср. сут., г	Живая масса, кг
0–2	922 ± 146,9	96 ± 8,4	990	90
3	886 ± 125,6	123 ± 9,4	990	120
4	1052 ± 115,1	155 ± 15,4	990	150
5	1122 ± 10,8	189 ± 19,4	990	180
6	1149 ± 350,2	224 ± 24,1	990	210
7	1227 ± 287,0	262 ± 23,6	990	240
8	1035 ± 290,9	293 ± 24,2	990	270
9	848 ± 300,2	319 ± 29,0	650	290
10	812 ± 295,5	344 ± 25,6	650	310
11	902 ± 309,7	372 ± 30,4	650	330
12	918 ± 311,6	400 ± 30,5	650	350
13	994 ± 310,9	430 ± 33,5	650	370

Table 1.1

Dynamics of average daily gain and live weight of heifers with age, $S \pm x$

Age, months	“Evika-Agro” LLC		Holstein Association USA	
	Weight gain average day, g	Live weight, kg	Weight gain average day, g	Live weight, kg
0–2	922 ± 146.9	96 ± 8.4	990	90
3	886 ± 125.6	123 ± 9.4	990	120
4	1052 ± 115.1	155 ± 15.4	990	150
5	1122 ± 10.8	189 ± 19.4	990	180
6	1149 ± 350.2	224 ± 24.1	990	210
7	1227 ± 287.0	262 ± 23.6	990	240
8	1035 ± 290.9	293 ± 24.2	990	270
9	848 ± 300.2	319 ± 29.0	650	290
10	812 ± 295.5	344 ± 25.6	650	310
11	902 ± 309.7	372 ± 30.4	650	330
12	918 ± 311.6	400 ± 30.5	650	350
13	994 ± 310.9	430 ± 33.5	650	370

Промышленная технология производства молока при текущем этапе развития АПК повышает требования как к средствам механизации, так и к самим животным, которым необходимо адаптироваться к содержанию в больших группах и при этом сохранить свои хозяйственно полезные и воспроизводственные качества. Крупный рогатый скот пород отечественной селекции на данный момент еще не в полной мере отвечает требованиям современной технологии, поэтому создание стада, а также решение вопросов комплектования и выращивания ремонтного молодняка являются актуальными и своевременными [2, с. 43–52].

Один из важнейших моментов в организации и ведении племенной работы при совершенствовании типов и пород молочного скота – выращивание ремонтного молодняка. Рациональная система выращивания молодняка с учетом биологических особенностей животных должна способствовать нормальному росту, развитию, формированию крепкой конституции и длительному сроку хозяйственного использования.

В работе проводилось исследование интенсивности выращивания молодняка путем сравнения динамики среднесуточного прироста и живой массы ремонтного молодняка с ведущими показателями хозяйств США (таблица 1.1).

Перевод телят из индивидуальных домиков и объединение их в группы, как правило, сопровождается определенным технологическим стрессом, негативно влияющим на окислительно-восстановительные процессы в организме. Возникающий стресс влияет на среднесуточный привес, снижая его в период 3–4 месяцев жизни теленка, что можно отметить по данным, представленным в таблице.

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод о том, что показатели ремонтного молодняка, выращиваемого в условиях предприятия «Эвика-Агро», соответствуют мировым стандартам породы, а в некоторых случаях превосходят их [3].

Интенсивное выращивание молодняка до 12 месяцев позволяет проводить и более раннее осеменение. Телок осеменяют в 12–13-месячном возрасте, для того чтобы максимально приблизить первый отел. Ранний отел дает возможность раньше получить прибыль от нетели, введенной в стадо.

2. Основные показатели воспроизводства телок и коров основного стада

Эффективность молочного скотоводства напрямую зависит от темпов воспроизводства поголовья скота. Успех воспроизводства стада животных во многом определяется репродуктивными способностями самих животных – плодовитостью коров, их состоянием здоровья и репродуктивных функций организма [4, с. 38–44; 5, с. 46–51].

Проблему восстановления поголовья скота возможно решить, только улучшая его репродуктивные

качества [6, с. 134]. Уровень воспроизводства во многом определяет рентабельность ведения хозяйства, что существенно отражается на показателях молочного скотоводства. В условиях интенсификации животноводства повышается необходимость в активном регулировании процессов воспроизводства [7, с. 54–56].

На основании проведенных учеными исследований можно выделить некоторые проблемы, связанные с воспроизводством: удлинённый межотельный цикл вследствие несвоевременного осеменения коров после отела; ряд гинекологических заболеваний, которые приводят к снижению воспроизводительных качеств, и на фоне этого – сниженный выход телят у всех популяций голштинского скота. Возможно, это объясняется высокой продуктивностью животных, отдельными нарушениями в технологической цепи обслуживания коров, адаптационным периодом [8, с. 114–115].

В проведенном исследовании были проанализированы показатели воспроизводства коров основного стада ООО «Эвика-Агро» в сравнении с передовыми предприятиями США (таблица 2.1.).

Анализ показал, что на предприятии уделяется большое внимание вопросам воспроизводства. Так, показатели межотельного интервала, выявления в охоте, оплодотворяемость, индекс стельности коров и первотелок и стельных коров к 150-му дню полностью соответствуют, а по некоторым превосходят показатели ведущих хозяйств США.

Превышение периода добровольного ожидания при 59 днях в хозяйствах США связано с более медленным достижением животными пика лактации, что сдвигает данный показатель. По этой причине первое осеменение происходит позже, на 82-й день лактации.

Применяется как синхронизация половой охоты, так и естественное осеменение между циклами синхронизации, если животное проявляет признаки «добровольной охоты».

Процент оплодотворяемости имеет прямую корреляцию с процентом стельных коров к 150-му дню, потому как чем меньше оплодотворяемость, тем меньше животных успевает стать стельными к 150-му дню. И чем дольше затягивается осеменение, тем больше увеличивается непродуктивное содержание коров в конце лактации с низкой молочной продуктивностью.

Для сравнения с мировыми стандартами были взяты показатели воспроизводства ремонтного молодняка в условиях предприятия ООО «Эвика-Агро» (таблица 2.2.).

Полученные данные свидетельствуют о высоком уровне воспроизводства у ремонтного молодняка. Так, выявление в охоте и оплодотворяемость превышают средние показатели хозяйств США на 16 % и 9 % соответственно, что влечет за собой повышение показателя индекса стельности на 15 %.

Таблица 2.1
Показатели воспроизводства коров основного стада, $S \pm x$

Показатель	Benchmark USA – HO	ООО «Эвика-Агро»			
		2021	2020	2019	2018
Межотельный интервал, дней	385	384 ± 12,1	381 ± 13,2	402 ± 15,1	411 ± 17,6
Период добровольного ожидания, дней	59	67	65	65	64
Первое осеменение в текущей лактации, дней	72	81 ± 7,1	81 ± 7,5	84 ± 7,4	85 ± 7,6
Выявление в охоте, %	65	64 ± 3,5	52 ± 4,2	56 ± 2,7	51 ± 5,5
Оплодотворяемость, %	42	49 ± 4,8	47 ± 7,8	47 ± 5,4	45 ± 4,7
Индекс стельности, %	26	31 ± 3,5	32 ± 6,3	26 ± 3,9	23 ± 4,6
Индекс стельности первотелок, %	29	36 ± 6	38 ± 5,4	32 ± 4,8	29 ± 6
Индекс стельности коров 2 и более лактаций, %	25	28 ± 4,9	29 ± 5,5	23 ± 4,2	20 ± 5,3
Стельных коров к 150-му дню лактации, %	74	78	78	76	71

Table 2.1
Reproduction indicators of cows of the main herd, $S \pm x$

Indicators	Benchmark USA – HO	“Evika-Agro” LLC			
		2021	2020	2019	2018
Calving interval, days	385	384 ± 12.1	381 ± 13.2	402 ± 15.1	411 ± 17.6
Voluntary waiting period, days	59	67	65	65	64
First insemination in the current lactation, days	72	81 ± 7.1	81 ± 7.5	84 ± 7.4	85 ± 7.6
Detection in heat, %	65	64 ± 3.5	52 ± 4.2	56 ± 2.7	51 ± 5.5
Fertility, %	42	49 ± 4.8	47 ± 7.8	47 ± 5.4	45 ± 4.7
Pregnancy rate, %	26	31 ± 3.5	32 ± 6.3	26 ± 3.9	23 ± 4.6
Pregnancy rate of first-calf heifers, %	29	36 ± 6	38 ± 5.4	32 ± 4.8	29 ± 6
Pregnancy rate of cows 2 or more lactations, %	25	28 ± 4.9	29 ± 5.5	23 ± 4.2	20 ± 5.3
Pregnant cows by the 150th day of lactation, %	74	78	78	76	71

Таблица 2.2
Показатели воспроизводства ремонтного молодняка

Показатель	Benchmark USA – HO	ООО «Эвика-Агро»			
		2021	2020	2019	2018
Возраст первого осеменения, мес.	13,5	13,4 ± 0,4	13,5 ± 0,5	13,4 ± 0,7	13,8 ± 0,8
Выявление в охоте, %	55	71 ± 4	67 ± 4,1	61 ± 3,9	59 ± 5,2
Оплодотворяемость, %	53	62 ± 3,5	61 ± 4,7	59 ± 5,1	58 ± 4,8
Индекс стельности, %	29	44 ± 3,3	41 ± 3,8	36 ± 4,3	34 ± 3,9
Стельных телок в 15–17 мес., %	69	91	87	78	86
Осемененных телок в 15–17 мес., %	22	7	10	13	10
Возраст первого отела, мес.	22,9	23,5 ± 0,4	23,5 ± 0,5	23,8 ± 0,7	23,8 ± 0,8
Телки, отелившиеся до 23 мес., %	57	65	65	42	55
Телки, отелившиеся в 23–25 мес., %	37	33	32	52	38
Телки, отелившиеся после 25 мес., %	5	2	3	6	7

Table 2.2
Indicators of reproduction of replacement young animals

Indicators	Benchmark USA – HO	“Evika-Agro” LLC			
		2021	2020	2019	2018
Age of first insemination, months	13.5	13.4 ± 0.4	13.5 ± 0.5	13.4 ± 0.7	13.8 ± 0.8
Detection in hunting, %	55	71 ± 4	67 ± 4.1	61 ± 3.9	59 ± 5.2
Fertility, %	53	62 ± 3.5	61 ± 4.7	59 ± 5.1	58 ± 4.8
Pregnancy rate, %	29	44 ± 3.3	41 ± 3.8	36 ± 4.3	34 ± 3.9
Pregnant heifers at 15–17 months, %	69	91	87	78	86
Inseminated heifers at 15–17 months, %	22	7	10	13	10
Age at first calving, months	22.9	23.5 ± 0.4	23.5 ± 0.5	23.8 ± 0.7	23.8 ± 0.8
Heifers calving before 23 months, %	57	65	65	42	55
Heifers calving at 23–25 months, %	37	33	32	52	38
Heifers calving after 25 months, %	5	2	3	6	7

Интенсивность выращивания телок позволяет проводить более раннее осеменение, что способствует и ранним отелам: 98 % животных телятся до 25-го месяца жизни. Чем раньше нетель отелится и начнет лактировать, тем быстрее она начнет приносить прибыль, что в условиях рыночной экономики является ключевым параметром при оценке эффективности работы животноводческого предприятия.

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что показатели воспроизводства телок и коров основного стада соответствуют мировым тенденциям.

От года к году наблюдается улучшение динамики по снижению возраста первого осеменения, что влияет на снижение возраста при отеле.

В работе не берется ориентир на американские показатели. Они приведены для сравнения с показателями хозяйства для демонстрации организации уровня производства.

3. Оценка молочной продуктивности коров и первотелок

Во все времена селекционного процесса молочного скота особая роль придавалась получению, выращиванию и использованию высокопродуктивных животных. Показатели рекордной молочной продуктивности коров свидетельствуют о генетическом потенциале каждой породы в отдельности, возможности предела продуктивных качеств жи-

вотных. Наличие высокопродуктивных (рекордных) животных в племенном стаде определяет их племенную ценность. Доказано, что высокопродуктивные коровы обеспечивают максимальный экономический доход молочной отрасли [9, с. 9–13].

Внедрение интенсивных технологий, повышение генетического потенциала животных, улучшение технологии содержания и кормления способствует не только увеличению количества молока, но и повышению эффективности его производства. Решение этих проблем – приоритетная задача для специалистов отрасли молочного скотоводства. Отечественная селекция молочного скота, несмотря на некоторые успехи, все еще отстает от достижений иностранных селекционеров. В связи с этим использование пород мирового генофонда в практике отечественного скотоводства в настоящее время происходит в большом масштабе и быстрыми темпами. Это позволяет за короткое время создать высокопродуктивные дойные стада, особенно голштинской породы, самой обильномолочной породы в мире [10, с. 32–39].

Для проведения сравнения оценивалась молочная продуктивность коров и первотелок на основании документов зоотехнического учета и последних завершённых лактаций (таблица 3.1).

Таблица 3.1
Анализ продуктивности коров и первотёлка, $S \pm x$

Стадии лактации	Benchmark USA – HO	ООО «Эвика-Агро»			
		2021	2020	2019	2018
Первотелки					
1–40 дней, л	29	26 ± 8,1	25 ± 9,3	27 ± 10,2	24 ± 8,6
41–100 дней, л	35	35 ± 8,5	36 ± 9	34 ± 8,9	33 ± 9,4
101–200 дней, л	35	34 ± 6,6	35 ± 7,8	33 ± 8,1	32 ± 8,5
201–305 дней, л	33	30 ± 14,4	31 ± 15,5	30 ± 15,2	26 ± 16,3
Более 305 дней, л	30	27 ± 14,7	27 ± 16	21 ± 15,7	20 ± 16,5
Удой за лактацию, кг	10 060	9 798	9 622	9 334	8 297
Коровы второй и более лактаций					
1–40 дней, л	42	38 ± 15,9	35 ± 16,3	34 ± 16,5	35 ± 17,4
41–100 дней, л	47	48 ± 20,4	44 ± 22,5	43 ± 23,2	43 ± 23,9
101–200 дней, л	41	39 ± 19,6	40 ± 18,7	37 ± 19	36 ± 19,8
201–305 дней, л	34	32 ± 12,3	33 ± 13,3	28 ± 14,1	26 ± 14,8
Более 305 дней, л	29	22 ± 13,2	20 ± 14,2	19 ± 13,8	16 ± 13,5
Удой за лактацию, кг	12 500	11 702	11 505	10 664	10 310

Table 3.1
Analysis of the productivity of cows and first-calf heifers, $S \pm x$

Stages of lactation	Benchmark USA – HO	“Evika-Agro” LLC			
		2021	2020	2019	2018
Heifers					
1–40 days, l	29	26 ± 8.1	25 ± 9.3	27 ± 10.2	24 ± 8.6
41–100 days, l	35	35 ± 8.5	36 ± 9	34 ± 8.9	33 ± 9.4
101–200 days, l	35	34 ± 6.6	35 ± 7.8	33 ± 8.1	32 ± 8.5
201–305 days, l	33	30 ± 14.4	31 ± 15.5	30 ± 15.2	26 ± 16.3
More than 305 days, l	30	27 ± 14.7	27 ± 16	21 ± 15.7	20 ± 16.5
Milk per lactation, kg	10 060	9 798	9 622	9 334	8 297
Cows of second or more lactation					
1–40 days, l	42	38 ± 15.9	35 ± 16.3	34 ± 16.5	35 ± 17.4
41–100 days, l	47	48 ± 20.4	44 ± 22.5	43 ± 23.2	43 ± 23.9
101–200 days, l	41	39 ± 19.6	40 ± 18.7	37 ± 19	36 ± 19.8
201–305 days, l	34	32 ± 12.3	33 ± 13.3	28 ± 14.1	26 ± 14.8
More than 305 days, l	29	22 ± 13.2	20 ± 14.2	19 ± 13.8	16 ± 13.5
Milk per lactation, kg	12 500	11 702	11 505	10 664	10 310

Таблица 4.1

Зоотехническая оценка быков-производителей

Показатель	Daze*	Ledoux**
Индекс пожизненной прибыли, \$	753	595
Повышение молочности, кг	400	344
Продуктивное долголетие, мес.	6,1	8,2
Оплодотворяющая способность, %	101,6	102
Легкость отёла дочерей, %	2,7	3,0
Количество мертворождённых, %	6,4	10,5

Примечание. * Бык, оценённый по геному. ** Бык, проверенный по дочерям.

Table 4.1

Zootechnical evaluation of sires

Indicators	Daze*	Ledoux**
Lifetime net merit index	753	595
Milk yield increase, kg	400	344
Productive life, months	6.1	8.2
Fertility, %	101.6	102
Ease of calving of daughters, %	2.7	3.0
Stillborns, %	6.4	10.5

Note. * Bull estimated by genome. ** Bull tested by daughters.

На протяжении анализируемого периода наблюдается стабильный рост молочной продуктивности коров всех лактаций. Это связано с совершенствованием технологии заготовки кормов и технологического процесса кормления. Также немаловажную роль играет и генетический прогресс, закладываемый с помощью использования семени выдающихся быков-производителей импортной селекции.

Подводя итог анализу оценки молочной продуктивности, можно сделать вывод, что показатели во многом соответствуют показателям передовых хозяйств США.

4. Подбор и закрепление быков-производителей с использованием генотипирования

В реализации созданного генетического потенциала продуктивности важное место занимают полноценное кормление, рациональное содержание, эффективное воспроизводство и ветеринарное обслуживание. Однако следует отметить существенную роль в совершенствовании животных и роль селекционной работы, которая обеспечивает от одной трети до половины прироста молочной продуктивности коров [11, с. 271–380; 12; 13, с. 27–28; 14, с. 681–682; 15, с. 2384].

Использование быков-производителей с высоким генетическим потенциалом в большей мере гарантирует улучшение разводимого скота, его продуктивных качеств. Генотип формируется в зависимости от интенсивности селекции, методов разведения и качества производителей, и это в значительной степени обуславливает результативность передачи наследственных особенностей получаемому потомству. Этим объясняется повышение спроса на спермопродукцию выдающихся быков с более высокой продуктивностью предков как по матери, так и по отцу. Ориентиром является и продуктивность стада, в котором бык был получен.

Учитывая, что в России основной тенденцией развития молочного скотоводства является увеличение производства молока в объемах обеспечения этим продуктом, важным остается дальнейшее повышение удоев и качества коровьего молока. Отдельные хозяйства в России достигли высоких показателей молочной продуктивности в целых стадах, до 12–13 тыс. кг молока от каждой коровы. На сегодняшний день важно «размножить» такие хозяйства. Для достижения поставленной цели необходимо изучить опыт работы животноводов, подходов к отбору крупного рогатого скота (телок, нетелей, коров), сформировать стада животных, способных в созданных для них условиях получить высокие удои [16, с. 178–193].

Одним из главных двигателей селекционного прогресса на текущий момент является подбор. Правильно организованный групповой подбор быков-производителей и закрепление их на стада способствуют ускорению развития генетического потенциала будущих поколений.

Так, с развитием геномных технологий все большее внимание уделяется проведению геномной оценки и созданию быкородящих стад, способных производить быков с высокими показателями передающей способности по хозяйственно полезным признакам. Зарубежный опыт показывает, что проведение генотипирования бычков в раннем возрасте способствует тщательному отбору выдающихся особей. Данный инструмент позволяет не только выявлять потенциал животных, но и ускорить процедуру выпуска семенной продукции на рынок, не дожидаясь проверки быка-производителя по потомству.

Кроме того, геномная оценка позволяет закреплять быков-производителей для животных индивидуально, исключая возможность возникно-

вения генетических заболеваний, обусловленных повышением инбридинга или наличием у быков летальных генов. Быки, проверенные по геному, повсеместно используются в мировых хозяйствах, что позволяет им значительно увеличить скорость селекционного прогресса.

Подбор и закрепление быков на предприятии ООО «Эвика-Агро» осуществляется с помощью специального программного обеспечения, которое проводит анализ родословной коров. Данная процедура происходит в автоматическом режиме. *Ее итогом становится выбор быков, наиболее подходящих каждой корове.*

Для анализа было выбрано 2 быка-производителя, работавших на предприятии. Полученные данные представлены в таблице 4.1.

Достоверность оценки быков по различным показателям варьируется от 85 до 95 %. Данные взяты из сводной базы быков, которые оценены CDCB.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что бык Daze, оцененный по геному, превосходит быка Ledoux, проверенного по дочерям, по показателям пожизненной прибыли (на 158 \$ за продуктивную жизнь), молочной продуктивности (56 кг за лактацию), количеству мертворожденных телят (на 4,1 %). Это связано с тем, что генотипирование позволяет запускать быка-производителя для осеменения в раннем возрасте, не дожидаясь проверки по дочерям, что значительно ускоряет генетический прогресс.

От вышеупомянутых быков были отобраны по 10 дочерей по принципу пар-аналогов. Результаты представлены в таблице 4.2.

На момент проведения исследования от данных быков не было дочерей с законченными лактациями.

Сравнение дочерей быков Daze и Ledoux показало, что дочери быка, проверенного по геному, превосходят дочерей быка, проверенного по потомству, по показателям роста и развития, что позволяет осеменять животных на 0,6 месяца раньше, благодаря чему животные на 0,5 месяца раньше вступают в лактацию. Это напрямую влияет на финансовый результат функционирования предприятия.

Делая вывод, можно сказать, что ООО «Эвика-Агро» пользуется семенем быков-производителей высокого класса, чтобы поддержать темпы развития генетического потенциала на высоком уровне.

5. Сопоставление результатов геномной оценки с фактической молочной продуктивностью

За 2016 год, по данным CDCB, точность геномной оценки выше точности оценки по родословной по основным признакам продуктивности (удой, жир, белок) на 43 % и составляет 78 %.

Высокий генетический прирост особенно заметен в сравнении голштинских быков до и после начала геномного тестирования в 2009 г. В период с 2005 по 2010 гг. средний прирост индекса пожизненной прибыли составил 40,33 \$ за год. Ежегодный прирост увеличился вдвое, с 40,33 \$ до 79,2\$, в период с 2016 по 2020 гг., что демонстрирует преимущество геномной селекции [17].

Генетический прирост обусловлен увеличением точности оценки животных, интенсификацией селекции и снижением интервала между поколениями [7, с. 28–29].

Геномная селекция может быть использована для более точного отбора телочек с высокой племенной ценностью в качестве донора для реализации эмбриональной программы, а также бычков для выращивания быков-производителей [18, с. 13].

Таблица 4.2
Сравнение дочерей быков-производителей

Показатель	Дочери Daze	Дочери Ledoux
Живая масса 6-месячном возрасте, кг	209,2	208,2
Живая масса в 12-месячном возрасте, кг	395,8	392,9
Возраст первого осеменения, мес.	12,1	12,7
Индекс стельности, %	62,8	58,4
Возраст первого отела, мес.	22,1	22,6
Прогнозируемая молочная продуктивность, кг за лактацию	9317	8809

Table 4.2
Comparison of daughters of sires

Indicators	Daze's daughters	Ledoux's daughters
Live weight at 6 months of age, kg	209,2	208,2
Live weight at 12 months of age, kg	395,8	392,9
Age of first insemination, months	12,1	12,7
Pregnancy index, %	62,8	58,4
Age at first calving, months	22,1	22,6
Predicted milk production, kg per lactation	9317	8809

Многие предприятия используют геномную оценку, чтобы решить, каких телят следует выбраковать, а каких оставить для дальнейшего воспроизводства. Поскольку откладывать принятие этого решения может быть экономически неэффективно, прогнозы по племенной ценности теперь предоставляются еженедельно, а не раз в несколько месяцев. Увеличение частоты оценок генома животных потребовало методов приближенного прогнозирования, которые требуют меньше вычислений, чем повторная обработка всех данных. Производители также используют прогнозы, дополненные данными в более позднем возрасте, чтобы решить, каких телок и коров следует осеменить сексированным или традиционным семенем, а какие должны быть донорами или реципиентами эмбрионов [19, с. 5291–5301].

Результаты геномного тестирования показали, что стадо неоднородное. Это наиболее заметно по индексу пожизненной прибыли и среднему увеличению по молоку за лактацию (682 \$ и 916,2 кг за лактацию между худшей и лучшей нетелью в выборке).

Стоит отметить, что при этом средняя молочная продуктивность за лактацию по генетическому потенциалу достаточно высокая и составляет 12 776 кг при базе голштинской породы 12 744 кг [20].

По содержанию жира и белка в молоке средний показатель практически не отличается от базовых значений по голштинской породе: увеличение по жиру +0,05 % и составляет в среднем 4,01 % за лактацию при базе 3,96 %; увеличение по белку +0,03 % и составляет в среднем 3,18 % за лактацию при базе 3,15 %.

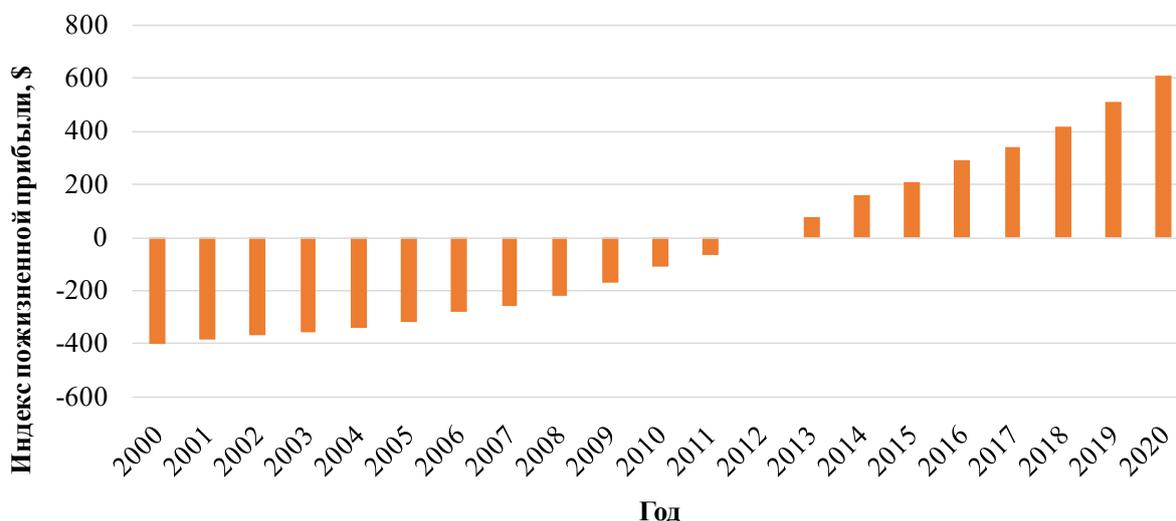


Рис. 1. Средний прирост индекса пожизненной прибыли голштинских быков

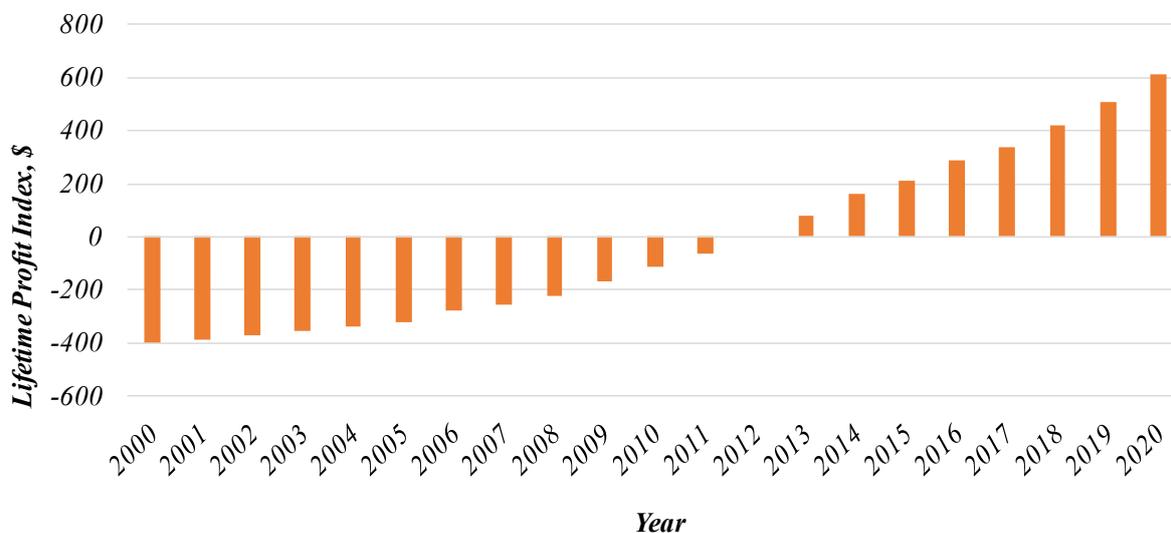


Fig. 1. Average increase in the lifetime profit index of Holstein bulls

Таблица 5.1

Средние значения по индексу пожизненной прибыли, удою, жиру и белку

Показатель	Значение	Показатель	Значение
Удой за лактацию относительно базиса по голштинской породе, кг		12 776 ± 388	
Средний индекс пожизненной прибыли, NM\$	139,7 ± 127,5	Среднее увеличение по молоку за лактацию относительно базиса, кг	6,3 ± 176,1
Минимальный индекс пожизненной прибыли, NM\$	-186	Минимальное снижение по молоку за лактацию относительно базиса, кг	-370
Максимальный индекс пожизненной прибыли, NM\$	496	Максимальное увеличение по молоку за лактацию относительно базиса, кг	546,2
Содержание жира относительно базиса по голштинской породе, %	4,01 ± 0,07	Содержание белка относительно базиса по голштинской породе, %	3,18 ± 0,03
Среднее увеличение по жиру за лактацию относительно базиса, %	0,05 ± 0,07	Среднее увеличение по белку за лактацию относительно базиса, %	0,03 ± 0,03
Минимальное снижение по жиру за лактацию относительно базиса, %	-0,11	Минимальное снижение по белку за лактацию относительно базиса, %	-0,06
Максимальное увеличение по жиру за лактацию относительно базиса, %	0,29	Максимальное увеличение по белку за лактацию относительно базиса, %	0,09

Table 5.1

Average values for the index of lifetime profit, milk yield, fat and protein

Indicator	Value	Indicator	Value
Milk yield per lactation relative to the basis for the Holstein breed, kg		12 776 ± 388	
Average net merit, NM\$	139.7 ± 127.5	Average increase in milk per lactation relative to the baseline, kg	6.3 ± 176.1
Minimum net merit, NM\$	-186	Minimum increase in milk per lactation relative to the baseline, kg	-370
Maximum net merit, NM\$	496	Maximum increase in milk per lactation relative to the baseline, kg	546.2
Fat content relative to the basis for the Holstein breed, %	4.01 ± 0.07	Protein content relative to the basis for the Holstein breed, %	3.18 ± 0.03
Average increase in fat per lactation relative to baseline, %	0.05 ± 0.07	Average increase in protein per lactation relative to baseline, %	0.03 ± 0.03
Minimum increase in fat per lactation relative to the baseline, %	-0.11	Minimum increase in protein per lactation relative to the baseline, %	-0.06
Maximum increase in fat per lactation relative to the baseline, %	0.29	Maximum increase in protein per lactation relative to the baseline, %	0.09

Таблица 5.2

Уровень молочной продуктивности, жира, белка и содержания соматических клеток генотипированных животных

Показатель	Значение	Показатель	Значение
Средняя молочная продуктивность, л	32,73 ± 5,35	Среднее содержание жира, %	3,55 ± 0,68
Минимальная молочная продуктивность, л	22,2	Минимальное содержание жира, %	2,26
Максимальная молочная продуктивность, л	45	Максимальное содержание жира, %	5,51
Среднее содержание соматических клеток, тыс/см ³	107 ± 273,6	Среднее содержание белка, %	3,37 ± 0,33
Минимальное содержание соматических клеток тыс/см ³	10	Минимальное содержание белка, %	2,64
Максимальное содержание соматических клеток тыс/см ³	1505	Максимальное содержание белка, %	3,94

Table 5.2

The level of milk production, fat, protein and content of somatic cells of genotyped animals

Indicator	Value	Indicator	Value
Average milk production, l	32.73 ± 5.35	Average fat content, %	3.55 ± 0.68
Minimum milk production, l	22.2	Minimum fat content, %	2.26
Maximum milk production, l	45	Maximum fat content, %	5.51
Average content of somatic cells, thousand/cm ³	107 ± 273.6	Average protein content, %	3.37 ± 0.33
Minimum content of somatic cells thousand/cm ³	10	Minimum protein content, %	2.64
Maximum content of somatic cells thousand/cm ³	1505	Maximum protein content, %	3.94

Таблица 5.3

Текущая молочная продуктивность и прогноз продуктивности за 305 дней лактации

Показатель	Значение	Показатель	Значение
Средний день в доении, дн	111 ± 37,68	Средняя скорость молокоотдачи, кг/мин	2,99 ± 0,81
Минимальный день в доении, дн	42	Минимальная скорость молокоотдачи, кг/мин	1,6
Максимальный день в доении, дн	170	Максимальная скорость молокоотдачи, кг/мин	4,8
Средняя текущая молочная продуктивность за лактацию, кг	3 381 ± 1 324	Средняя прогнозируемая молочная продуктивность за 305 дней лактации, кг	9 249 ± 1 346
Минимальная текущая молочная продуктивность за лактацию, кг	1127	Минимальная прогнозируемая молочная продуктивность за 305 дней лактации, кг	6 365
Максимальная текущая молочная продуктивность за лактацию, кг	5 942	Максимальная прогнозируемая молочная продуктивность за 305 дней лактации, кг	11 784

Table 5.3

Current milk production and productivity forecast for 305 days of lactation

Index	Value	Index	Value
Average day in milking, days	111 ± 37.68	Average milk flow rate, kg/min	2.99 ± 0.81
Minimum milking day, days	42	Minimum milk flow rate, kg/min	1.6
Maximum milking day, days	170	Maximum milk flow rate, kg/min	4.8
Average current milk production per lactation, kg	3 381 ± 1 324	Average predicted milk production for 305 days of lactation, kg	9 249 ± 1 346
Minimum current milk production per lactation, kg	1 127	Minimum predicted milk production for 305 days of lactation, kg	6 365
Maximum current milk production per lactation, kg	5 942	Maximum predicted milk production for 305 days of lactation, kg	11 784

Данные контрольной дойки показали, что средняя молочная продуктивность первотелок находится на достаточно высоком уровне – 32,7 л. При этом среднее содержание жира в молоке ниже нормы по голштинской породе: 3,55 % при базисе 3,96 %. Содержание белка, наоборот, показывает обратную динамику. При базисном значении 3,15 % оно составляет 3,37 %. Такое соотношение жира и белка в молоке отчасти обусловлено отличием европейской породы голштинского скота от американской.

Средний уровень соматических клеток в молоке ниже критической отметки 200 тыс/см³ и составляет 107 тыс/см³.

При анализе первичных документов зоотехнического учета был проведен приблизительный расчет молочной продуктивности генотипированных животных за 305 дней лактации.

По данным таблицы можно сделать вывод о том, что при высоком генетическом потенциале (12 776 кг в среднем) прогнозная продуктивность за 305 дней лактации на основании контрольных доений показывает уровень 9 211 кг, что на 3 565 кг меньше, что является значительным отклонением.

Разница объясняется рядом причин, в том числе упущением в соблюдении технологии содержания и кормления. Вопрос слишком широкий, чтобы рассматривать его в рамках данной работы.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. Проанализировав рост и развитие ремонтного молодняка, можно сделать вывод о том, что применяемая технология интенсивного выращивания

соответствует мировым стандартам передовых хозяйств США.

2. Основные показатели воспроизводства телок и коров основного стада во многом превосходят показатели ведущих предприятий США.

3. Оценка молочной продуктивности животных демонстрирует высокую эффективность организации производства, так как данный показатель складывается из многих факторов.

4. ООО «Эвика-Агро» использует выдающихся быков-производителей мирового генофонда для улучшения хозяйственно полезных признаков, тем самым ускоряя темпы селекции;

5. Анализ геномной оценки показал значительное расхождение генетического базиса молочной продуктивности от фактического уровня молочной продуктивности.

Предложения производству:

1. Предлагается увеличить долю быков-производителей, оцененных с помощью генотипирования, для осеменения не только коров основного стада, но и ремонтного молодняка, что позволит увеличить скорость селекционного прогресса.

2. Предлагается проведение генотипирования как ремонтного молодняка, так и коров основного стада. Данное мероприятие позволит не только выявлять животных, не подходящих требованиям текущей селекционной программе, принятой на предприятии, но и повысить качество подбора быков-производителей.

Библиографический список

1. Fessende B., Weigel D. J., Osterstock J., Galligan D. T., Di Croce F. Validation of genomic predictions for a lifetime merit selection index for the US dairy industry // *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103. Pp. 10414–10428.
2. Косяченко Н. М., Абрамова М. В., Лапина М. Ю. Характеристика продуктивно-хозяйственных показателей коров ярославской породы различных генотипов // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 1. С. 43–52. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-43-52.
3. Ассоциация голштинцев США [Электронный ресурс]. URL: <http://www.holsteinusa.com> (дата обращения: 10.05.2023).
4. Кривопушкин В. В., Кривопушкина Е. А. Продолжительность и эффективность производственного использования черно-пестрых коров разных типов и конституции в условиях Брянской области // *Вестник Брянской ГСХА*. 2020. № 1 (77). С. 38–44.
5. Подольников В. Е., Подольников М. В., Голубов А. Н. Репродуктивные качества быков-производителей при использовании в их кормлении разных по составу рационов // *Вестник Брянской ГСХА*. 2019. № 1 (71). С. 46–51.
6. Абылкасымов Д., Сударев Н. П., Чаргеишвили С. В. Эффективность использования высокопродуктивных коров разной селекции в условиях интенсивной технологии производства молока. Тверь: Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 2020. 134 с.
7. Быкова О. А., Костюнина О. В., Степанов А. В., Шевкунов О. А. Идентификация SNP, ассоциированных с воспроизводительной способностью крупного рогатого скота // *Аграрный вестник Урала*. 2023. № 6 (235). С. 53–66. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-53-66.
8. Кабицкая Я. А., Калашникова Л. А., Бойко Е. Г., Калашников А. Е. Генетическая идентификация как критерий совпадений с данными первичного учёта животных на территории УФО // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева*. 2020. № 1 (45). С. 114–120. DOI: 10.36508/RSATU.2020.45.1.020.
9. Лебедько Е. Я., Пилипенко Р. В. Генетический потенциал рекордной молочной продуктивности коров голштинской породы // *Эффективное животноводство*. 2020. № 1 (158). С. 9–13.
10. Мударисов Р. М., Хакимов И. Н., Семенов В. Г., Кульмакова Н. И. Молочная продуктивность коров голштинской породы в Южно-лесостепной зоне Предуралья // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. № 3. С. 32–39. DOI: 10.12737/38766.
11. Sheveleva O. M., Bakharev A. A. Meat productivity of french-bred bulls due to adaptive technology in Western Siberia // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022. Vol. 14. No. 4. Pp. 370–383. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-4-370-383.
12. Koshelev S. N., Bakharev A. A., Romanova O. V. Intensity of ecotoxicants' accumulation in internal organs and milk of dairy cows in the north-west of Transurals // *E3S Web of Conferences. International Conference "Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic" (EFSC2021)*. Doushanbe, Republic of Tadjikistan, 2021. Article number 02005. DOI: 10.1051/e3sconf/202128202005.
13. Горелик О. В., Федосеева Н. А., Киселев Л. Ю., Сойнова О. Л., Санова З. С. Частота доения коров – Путь к увеличению молочной продуктивности в условиях роботизированных ферм // *Аграрный вестник Урала*. 2018. № 11 (178). С. 27–32. DOI: 10.32417/article_5c6a6e23a3da76.82983272.
14. Kabitskaya Y. A., Boyko E. G. Genetic diversity of cattle bred in territory of the Tyumen region, Russia // *Archives of Razi Institute*. 2021. Vol. 76. No. 3. Pp. 681–690. DOI: 10.22092/ARI.2021.355325.1673.
15. Bakharev A. A., Sheveleva O. M., Fomintsev K. A., Grigoryev K. N., Koshchaev A. G., Amerkhanov K. A., Dunin I. M. Biotechnological Characteristics of Meat Cattle Breeds in the Tyumen Region // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018. Vol. 10 (9). Pp. 2383–2390.
16. Черечеча А. А., Куликова Н. И., Нимбона К. Содержание и использование племенных коров голштинской породы в условиях интенсивной технологии // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2020. № 155. С. 178–193. DOI: 10.21515/1990-4665-155-014.
17. Влияние геномики [Электронный ресурс]. URL: <http://uscddb.com/genomic-impact> (дата обращения: 25.04.2023).
18. Mueller M. L., Van Eenennaam A. L. Synergistic power of genomic selection, assisted reproductive technologies, and gene editing to drive genetic improvement of cattle // *CABI Agriculture and Bioscience*. 2022. Vol. 3. Article number 13. DOI: 10.1186/s43170-022-00080-z.
19. Van Raden P. M. Symposium review: How to implement genomic selection // *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, Iss. 6. Pp. 5291–5301.

20. Национальная ассоциация животноводов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.naab-css.org/news/april-2020-genetic-base-change> (дата обращения: 10.05.2023).

Об авторах:

Влад Олегович Цыганок, аспирант института биотехнологии и ветеринарной медицины, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия; ORCID 0009-0005-4976-214X, AuthorID 1166622. E-mail: Legallee@bk.ru

Егор Олегович Цыганок, аспирант института биотехнологии и ветеринарной медицины, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия; ORCID 0009-0004-6403-5576, AuthorID 918797. E-mail: tsyganok.eo@ibvm.gausz.ru

Алексей Александрович Бахарев, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор института биотехнологий и ветеринарной медицины, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия; ORCID 0000-0002-0604-4157, AuthorID 270467. E-mail: salers@mail.ru

References

1. Fessende B., Weigel D. J., Osterstock J., Galligan D. T., Di Croce F. Validation of genomic predictions for a lifetime merit selection index for the US dairy industry. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103: 10414–10428.
2. Kosyachenko N. M., Abramova M. V., Lapina M. Yu. Characteristics of the productive-economic indicators of cows of Yaroslavl breed of different genotypes. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020; 1: 43–52. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-43-52. (In Russ.)
3. Holstein Association USA [Internet]. [cited 2023 May 10]. Available from: <http://www.holsteinusa.com>.
4. Krivopushkin V. V., Krivopushkina E. A. Duration and Efficiency of the Productive Use of Black-and-White Cows of Different Somatotypes in the Conditions of the Bryansk Region. *Bulletin of the Bryansk Agricultural Academy*. 2020; 1 (77): 38–44. (In Russ.)
5. Podol'nikov V. E., Podol'nikov M. V., Golubov A. N. Reproductive Quality of Stud Bulls in Dependence on Their Different Diets. *Bulletin of the Bryansk Agricultural Academy*. 2019; 1 (71): 46–51. (In Russ.)
6. Abylkasymov D., Sudarev N. P., Chargeishvili S. V. Efficiency of using highly productive cows of different selection under conditions of intensive milk production technology. Tver: All-Russian Research Institute of Breeding, 2020. 134 p. (In Russ.)
7. Bykova O. A., Kostyunina O. V., Stepanov A. V., Shevkunov O. A. Identification of SNPs associated with the reproductive ability of cattle. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023; 6 (235): 53–66. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-53-66. (In Russ.)
8. Kabitskaya Ya. A., Kalashnikova L. A., Boyko E. G., Kalashnikov A. E. Genetic identification as the criterion of primary errors behind the registration of cattle on the territory of the Urals federal district. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P. A. Kostychev*. 2020; 1 (45): 114–120. DOI: 10.36508/RSATU.2020.45.1.020. (In Russ.)
9. Lebed'ko E. Ya., Pilipenko R. V. Genetic potential of record milk productivity of Holstein cows. *Effective animal husbandry*. 2020; 1 (158): 9–13. (In Russ.)
10. Mudarisov R. M., Khakimov I. N., Semenov V. G., Kul'makova N. I. Holstein breed lactation yield in the southern forest-steppe zone of Pre-Ural. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2020; 3: 32–39. DOI: 10.12737/38766. (In Russ.)
11. Sheveleva O. M., Bakharev A. A. Meat productivity of french-bred bulls due to adaptive technology in Western Siberia. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022; 14 (4): 370–383. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-4-370-383.
12. Koshelev S. N., Bakharev A. A., Romanova O. V. Intensity of ecotoxicants' accumulation in internal organs and milk of dairy cows in the north-west of Transurals. *E3S Web of Conferences. International Conference "Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic" (EFSC2021)*. Doushanbe, Republic of Tajikistan, 2021. Article number 02005. DOI: 10.1051/e3sconf/202128202005.
13. Gorelik O. V., Fedoseeva N. A., Kiselev L. Yu., Soynova O. L., Sanova Z. S. Frequency of cows milking is a way to increase dairy productivity on robotized farms. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2018; 11 (178): 27–32. DOI: 10.32417/article_5c6a6e23a3da76.82983272. (In Russ.)
14. Kabitskaya Y. A., Boyko E. G. Genetic diversity of cattle bred in territory of the Tyumen region, Russia. *Archives of Razi Institute*. 2021; 76 (3): 681–690. DOI: 10.22092/ARI.2021.355325.1673.
15. Bakharev A. A., Sheveleva O. M., Fomintsev K. A., Grigoryev K. N., Koshchaev A. G., Amerkhanov K. A., Dunin I. M. Biotechnological Characteristics of Meat Cattle Breeds in the Tyumen Region. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018; 10 (9): 2383–2390.

16. Cherechecha A. A., Kulikova N. I., Nimbona K. Maintenance and use of breeding cows of the Holstein breed in the conditions of intensive technology *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2020; 155: 178–193. DOI: 10.21515/1990-4665-155-014. (In Russ.)
17. Impact of Genomics [Internet]. [cited 2023 Apr 25]. Available from: <http://uscddb.com/genomic-impact>.
18. Mueller M. L., Van Eenennaam A. L. Synergistic power of genomic selection, assisted reproductive technologies, and gene editing to drive genetic improvement of cattle. *CABI Agriculture and Bioscience*. 2022; 3: 13. DOI: 10.1186/s43170-022-00080-z.
19. Van Raden P. M. Symposium review: How to implement genomic selection. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103 (6): 5291–5301.
20. National Association of Animal Breeders [Internet]. [cited 2023 May 10]. Available from: <http://www.naab-css.org/news/april-2020-genetic-base-change>.

Authors' information:

Vlad O. Tsyganok, postgraduate of the institute of biotechnology and veterinary medicine, State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia; ORCID 0009-0005-4976-214X, AuthorID 1166622.

E-mail: Legallee@bk.ru

Egor O. Tsyganok, postgraduate of the institute of biotechnology and veterinary medicine, State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia; ORCID 0009-0004-6403-5576, AuthorID 918797.

E-mail: tsyganok.eo@ibvm.gausz.ru

Aleksey A. Bakharev, doctor of agricultural sciences, associate professor, director of the Institute of biotechnology and veterinary medicine, professor of the department of production technology and processing of livestock products, State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia; ORCID 0000-0002-0604-4157, AuthorID 270467. *E-mail: salers@mail.ru*