

А. Харжау<sup>1</sup>, А. С. Шамшидин<sup>1</sup>, А. А. Сермягин<sup>2</sup>, К. Ж. Жуманов<sup>1</sup>

## Характеристика популяционно-генетических и селекционных параметров признаков молочной продуктивности коров черно-пестрой и голштинской пород Республики Казахстан

### Аннотация.

**Цель:** определение селекционно-генетических параметров суточной молочной продуктивности коров черно-пестрой и голштинской пород для характеристики популяции.

**Материалы и методы.** Исследования проводили по базе данных, сформированной на основе информационно-аналитической системы управления животноводством Республики Казахстан (РК), для суточных контрольных доений коров голштинской и черно-пестрой пород. Выборка включала показатели молочной продуктивности по трем лактациям животных, разводимых в 43 стадах: I лактация — 14 482 записей (3130 коров и 391 отцов-быков), II лактация — 13 656 записей (2734 коров и 537 отцов-быков), III лактация — 4 911 записей (886 коров и 260 отцов-быков).

**Результаты.** Показатели фенотипической изменчивости (CvP) по лактациям варьировали: суточный удой — 34,1...38,8%, МДЖ — 9,8...11,6%, МДБ — 6,7...8,6%, SCS — 32,5...37,8%. Аддитивно-генетическая изменчивость (CvA) была ниже и ранжировалась для: суточного удоя — 22,9...27,0%, МДЖ — 3,8...4,7%, МДБ — 2,6...3,1%, SCS — 13,8...14,7%. Наследуемость показателей молочной продуктивности в среднем за три лактации составила: по удою  $h^2=0,440$ , проценту жира —  $h^2=0,155$ , проценту белка —  $h^2=0,121$ , SCS —  $h^2=0,161$ . Оценка динамики изменения суточного удоя и SCS показала стандартный характер формы лактационных кривых при значениях коэффициента детерминации уравнения фенотипического тренда, соответственно,  $R^2=69,9...86,4\%$  и  $R^2=11,8...20,5\%$ . Увеличение числа учетных дней контрольного доения с 1 до 10 повышало точность прогноза племенной ценности (EBV) животных для признаков молочной продуктивности в 1,7-2,4 раза. Оценка коров по собственной продуктивности для удоя с оптимальными значениями достоверности прогноза свыше 70% может быть проведена на основе 4 контрольных доек. В тоже время для процента жира и белка, SCS число наблюдений для достижения надежных результатов EBV составляло от 8 до 10. На основе средних значений племенной ценности коров были определены популяционно-генетические особенности разводимого скота в РК в разрезе пород, страны и региона (популяции) происхождения. Наибольшими значениями EBV характеризовались животные голштинской породы (+54,3 кг молока). Среди импортированных коров лучший прогноз племенной ценности был получен особями, завезенными из Германии (+63,3 кг молока). Для казахской популяции скота лидирующие позиции по генетическому прогнозу были достигнуты в ВКО (KZF, +334,4 кг молока). Анализ главных компонент, основанный на оценке племенной ценности коров, показал ясную дифференциацию по породному уровню, стране и региону происхождения скота. Наиболее значимые различия обнаружены для животных оригинированных в Костанайской области (KZP).

**Заключение.** Анализ результатов популяционно-генетических и селекционных параметров признаков молочной продуктивности скота черно-пестрой и голштинской пород показал, что для развития собственной племенной базы, повышения результативности отбора животных в селекционные группы имеются необходимые предпосылки.

**Ключевые слова:** удой, процент жира, процент белка, количество соматических клеток, наследуемость, изменчивость, оценка племенной ценности.

### Авторы:

Харжау Айнур — магистр; e-mail: kh.ainur@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4551-1851>;

Шамшидин Альжан Смаилулы — кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: 270180@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5457-1720>;

Сермягин Александр Александрович — кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: alex\_sermyagin85@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1799-6014>;

Жуманов Канат Жексембекович — магистр; e-mail: kano\_zh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8400-4073>.

<sup>1</sup> Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Республика Казахстан, 090009, г. Уральск, Жангир хана, 51;

<sup>2</sup> ФГБНУ ФИЦ ВИЖ имени Л. К. Эрнста, Россия, Московская область, Г.о. Подольск, п. Дубровицы, д. 60, Россия.

**Введение.** Эффективное развитие молочного скотоводства определенно зависит от правильного ведения селекционно-племенной работы, которая базируется на методах, предусматривающих контроль величины и степень управляемости генетическим потенциалом отдельных стад и пород в целом. Известно, что при ведении племенной работы должны учитываться контроль популяционно-генетических параметров, оценка генетического потенциала стад, популяций, оценка силы влияния генетических и средовых факторов, взаимодействие генотипа и среды, разработка селекционных программ, предусматривающих повышение генетического потенциала, сохранение и совершенствование генофонда ценных пород.

Специфика в изучении популяций крупного рогатого скота заключается в отыскании интегральных характеристик, которые описывают совокупность животных, а не отдельного индивида. В качестве таких характеристик используются селекционно-генетические параметры.

Улучшение производственных возможностей крупного рогатого скота с точки зрения увеличения производства молока, молочного жира и количества получаемого приплода в значительной степени зависит от изменчивости фенотипа и генотипа, наследуемости и корреляции между желательными признаками. Коэффициенты изменчивости, повторяемости, наследуемости и корреляции между селекционируемыми признаками зависят от множества факторов, поэтому даже в одном и том же стаде не остаются постоянными [1].

В ряде работ уделяется особенное значение генетическим параметрам сельскохозяйственных животных и значению методов их анализа. Учеными подчеркивается значимость генетического анализа популяций посредством использования помимо генетических еще и паратипических факторов (стадо, год и сезон отела, контрольный день и др.) [2, 3].

Известно, что эффективность селекции зависит от изменчивости и наследуемости селекционных признаков и их взаимосвязи с другими показателями. Изменчивость и наследуемость варьируют от поколения к поколению в зависимости от влияния внешних факторов. Поэтому нужно и важно найти методы постоянного контроля над изменением генетической ситуации в стаде [4–6].

Наиболее важными селекционными признаками молочного скота, которые учитываются в современных программах разведения, являются: удой, содержание жира и белка в молоке, количество соматических клеток, живая масса, воспроизводительные способности, оценка типа телосложения [7].

По данным G. C. Gandini [8], В. П. Гавриленко [9] с соавторами коэффициент изменчивости удоя по отдельным породам и молочным стадам скота колеблется в пределах 15–30%, по жирномолочности и белкомолочности 3–13%. Изменчивость признаков обусловлена взаимодействием генетических и паратипических факторов. При одинаковых условиях кормления и содержания изменчивость признаков молочной продуктивности определяется преимущественно генотипом животного.

Как с научной точки зрения, так и на практике взаимосвязь между селекционными признаками имеет огромное значение. Например, результаты проведенных анализов С. В. Титовой [10] показали, что наибольшее влияние на изменчивость количества молока и жира оказывали условия содержания и уровень кормления животных в хозяйствах (по удою 24,3...22,9%, по жиру 5,3%). Доля фенотипической изменчивости продуктивных признаков первотелок, обусловленная месяцем отела и живой массой, была невысокой (1,6...1,2%), но достоверной, за исключением содержания жира в молоке. Вклад генетических факторов в вариацию признаков молочной продуктивности составил 6,2...7,8%.

Необходимо иметь достоверные оценки генетических параметров для экономически важных признаков, чтобы точно предсказать племенную ценность животных в программах разведения скота [11].

Из результатов исследований Costa N. R. и ряда других ученых [12], следует, что значение коэффициента наследуемости для удоя и молочного жира составляет 0,25 и 0,22 соответственно в Бразилии и 0,34 и 0,35 в США.

Похожая картина наблюдалась в исследованиях S. Konig, C. Nattaphon, J. H. Langholz [13]. Учеными получены следующие значения коэффициента наследуемости: по удою — 0,35, выходу белка — 0,34 и жиру — 0,38.

Оценка генетической изменчивости и генетических корреляций между селекционно-генетическими параметрами была проведена учеными Nasan Ismael и другими [14] с использованием базы данных 10 860 голштино-фризских коров первой лактации, выращенных на территории Республики Сербия. Генетическая дисперсия и ковариация были получены с использованием метода ограниченного максимального правдоподобия (REML), программного обеспечения VCE v6 и смешанной модели с несколькими признаками. Чтобы обеспечить более точные оценки значений генетических отклонений и ковариации, для индивидуальной

модели (модели животных) была сформирована матрица отношений, охватывающая 21363 голов животных. Учеными самые высокие значения наследуемости были получены для удоя молока (0,182), выхода жира (0,134) и выхода белка (0,170).

Таким образом, для успешной селекционно-племенной работы в молочных стадах крупного рогатого скота важно установить совокупное взаимодействие между признаками продуктивности животных, селекционно-генетическими параметрами для получения наиболее точной характеристики генотипа особей.

Исходя из вышесказанного, **целью** наших исследований являлось определение селекционно-генетических параметров суточной молочной продуктивности коров черно-пестрой и голштинской пород для характеристики популяции.

**Материалы и методы.** Исследования проводили по базе данных, сформированной на основе информационно-аналитической системы управления животноводством Республики Казахстан (РК), для суточных контрольных доений коров голштинской и черно-пестрой пород. Выборка включала показатели молочной продуктивности по трем лактациям животных, разводимых в 43 стадах: I лактация — 14 482 записей (3130 коров и 391 отцов-быков), II лактация — 13 656 записей (2734 коров и 537 отцов-быков), III лактация — 4 911 записей (886 коров и 260 отцов-быков). Показатели фенотипической ( $\sigma_p$ ) и генетической ( $\sigma_A$ ) изменчивости, коэффициенты наследуемости ( $h^2$ ), оценка племенной ценности коров (Estimated breeding value, EBV) рассчитаны с использованием семейства программ BLUPF90 на основе элементов методологии Test-day Animal Model [17]. Для расчета EBV было использовано уравнение смешанного типа:

$$y = HYS_i + b_1 Age + b_2 TD + b_3^2 TD + NumLact_k + Animal_j + pe + e, \quad (1)$$

где:  $y$  — показатель продуктивности  $k$ -го животного;  $HYS$  — фиксированный эффект  $i$ -го «стада-года-сезона» отела;  $Age$  — возраст отела  $k$ -й коровы в соответствующей лактации;  $TD$  — контрольный день доения;  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  — регрессионные коэффициенты на возраст отела, контрольный день доения и его квадратическую величину;  $NumLact$  — фиксированный эффект  $k$ -го номера лактации коровы;  $Animal$  — рандомизированный эффект  $j$ -го животного;  $pe$  — перманентный средовой эффект контрольного дня доения;  $e$  — эффект неучтенных факторов.

Для придания распределения количества соматических клеток нормальному виду (функции)

показатели были пересчитаны по формуле с выражением в баллах от 1 до 9 [18]:

$$SCS = \log_2(SCC/100) + 3, \quad (2)$$

где:  $SCS$  — показатель оценки количества соматических клеток,  $SCC$  — количество соматических клеток в 1 мл молока,  $\log_2$  — логарифм по основанию 2.

С использованием программы STATISTICA 10 был проведен анализ обобщенных линейных моделей (GLM) на основе метода наименьших квадратов и главных компонент (PCA) для определения взвешенных средних значений EBV по изучаемым признакам в разрезе породной и популяционной принадлежности животных РК. Уравнение GLM имело вид:

$$y = \text{Breed} + \text{Country}(\text{Region}) + e, \quad (3)$$

где:  $y$  — показатель продуктивности  $k$ -го животного;  $\text{Breed}$  — порода животного;  $\text{Country}(\text{Region})$  — страна-импортер / регион происхождения животного в Казахстане.

**Результаты и обсуждение.** Фенотипическая и генотипическая изменчивость показателей молочной продуктивности в популяции черно-пестрого и голштинского скота РК с учетом контрольных суточных показателей для первых трех лактаций представлена в табл. 1.

Среднесуточный удой составил по первой лактации 19,7 кг с содержанием жира в молоке 3,78%, белка 3,26%,  $SCS$  — 3,85 балла. Ко второй лактации уровень молочной продуктивности возрастает и составляет 21,9 кг с содержанием жира 3,80%, белка 3,26%,  $SCS$  — 3,70 балла. К третьей лактации наблюдается небольшое снижение уровня суточного удоя — 21,6 кг с содержанием жира, белка и  $SCS$  — 3,77%, 3,27%, 4,26 соответственно. Отметим, что динамика процента жира и белка практически не менялась, при этом показан рост для оценки количества соматических клеток в молоке.

Размах фенотипической изменчивости был выше, чем аддитивно-генетической. Фенотипическая изменчивость ( $\sigma_p$ ) по результатам наблюдений за три лактации находилась в пределах: по удою 34,1...38,8%, МДЖ — 9,8...11,6%, МДБ — 6,7...8,6%,  $SCS$  — 32,5...37,8%. Наши результаты подтвердили ранее полученные данные других исследователей в разные годы. По сообщениям ряда ученых [19, 20, 21] коэффициент вариации по удою колебался от 15 до 30% и более, по МДЖ от 3,0 до 12,0%, по МДБ от 2,5% до 8,0%. Аддитивно-генетическая изменчивость ( $\sigma_A$ ) варьировала для трех лактаций по удою от 22,9...27,0%, МДЖ — 3,8...4,7%, МДБ — 2,6...3,1%,  $SCS$  — 13,8...14,7%.

Была изучена генетическая взаимосвязь между признаками на основе суточных данных в динамике за исследуемые три лактации и в целом по всей выборке для сопоставления уровней соизменчивости. Результаты анализа представлены в таблице 2.

Анализ показал, что по всем трем лактациям коэффициент наследуемости контрольных суточ-

ных удоев составил  $h^2=0,383...0,544$ , для МДЖ —  $h^2=0,133...0,178$ , для МДБ —  $h^2=0,101...0,153$ , для SCS —  $h^2=0,124...0,197$ . При таких низких значениях наследуемости по содержанию жира и белка отбор животных будет менее эффективным, чем по удою и даже SCS. По нашему мнению, это может быть связано с большим интересом

**Таблица 1. Показатели молочной продуктивности популяции скота черно-пестрой и голштинской породы Казахстана с учетом суточных данных**

| Показатели          | $X \pm m$        | SD ( $\sigma_p$ ) | $Cv_p$ , % | SD( $\sigma_A$ ) | $Cv_A$ , % |
|---------------------|------------------|-------------------|------------|------------------|------------|
| <i>I лактация</i>   |                  |                   |            |                  |            |
| СУ, кг              | 19,7 $\pm$ 0,1   | 6,7               | 34,1       | 4,50             | 22,9       |
| МДЖ, %              | 3,78 $\pm$ 0,003 | 0,4               | 9,8        | 0,14             | 3,8        |
| МДБ, %              | 3,26 $\pm$ 0,002 | 0,2               | 6,7        | 0,09             | 2,6        |
| SCS, балл           | 3,85 $\pm$ 0,010 | 1,3               | 32,5       | 0,52             | 13,8       |
| <i>II лактация</i>  |                  |                   |            |                  |            |
| СУ, кг              | 21,9 $\pm$ 0,1   | 8,5               | 38,8       | 5,76             | 26,3       |
| МДЖ, %              | 3,80 $\pm$ 0,004 | 0,4               | 11,6       | 0,18             | 4,7        |
| МДБ, %              | 3,26 $\pm$ 0,002 | 0,3               | 8,6        | 0,09             | 2,8        |
| SCS, балл           | 3,70 $\pm$ 0,012 | 1,4               | 37,8       | 0,54             | 14,7       |
| <i>III лактация</i> |                  |                   |            |                  |            |
| СУ, кг              | 21,6 $\pm$ 0,1   | 7,9               | 36,6       | 5,83             | 27,0       |
| МДЖ, %              | 3,77 $\pm$ 0,005 | 0,4               | 9,8        | 0,15             | 3,8        |
| МДБ, %              | 3,27 $\pm$ 0,004 | 0,3               | 8,0        | 0,10             | 3,1        |
| SCS, балл           | 3,91 $\pm$ 0,019 | 1,3               | 33,5       | 0,57             | 14,7       |

*Примечание:* SD( $\sigma_p$ ) — стандартное фенотипическое среднееквadraticское отклонение,  $Cv_p$  — коэффициент вариации по фенотипу, SD( $\sigma_A$ ) — стандартное генетическое среднееквadraticское отклонение,  $Cv_A$  — коэффициент вариации по генотипу.

**Таблица 2. Изменчивость и наследуемость суточных показателей молочной продуктивности коров в разрезе лактаций**

| Показатели |       |     | Удой, кг     | МДЖ, %       | МДБ, %       | SCS          |
|------------|-------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Лактация   | I     | СУ  | <b>0,439</b> | 0,012        | 0,029        | 0,017        |
|            |       | МДЖ | 0,054        | <b>0,133</b> | 0,262        | 0,069        |
|            |       | МДБ | -0,161       | 0,397        | <b>0,110</b> | 0,082        |
|            |       | SCS | -0,230       | 0,068        | -0,232       | <b>0,165</b> |
|            | II    | СУ  | <b>0,383</b> | 0,016        | -0,050       | -0,069       |
|            |       | МДЖ | 0,188        | <b>0,134</b> | 0,378        | -0,062       |
|            |       | МДБ | -0,167       | 0,231        | <b>0,101</b> | 0,111        |
|            |       | SCS | -0,298       | -0,117       | -0,187       | <b>0,124</b> |
|            | III   | СУ  | <b>0,547</b> | -0,001       | -0,066       | 0,008        |
|            |       | МДЖ | 0,153        | <b>0,178</b> | 0,326        | 0,095        |
|            |       | МДБ | 0,063        | 0,303        | <b>0,153</b> | 0,116        |
|            |       | SCS | -0,287       | 0,069        | -0,603       | <b>0,197</b> |
|            | I-III | СУ  | <b>0,440</b> | 0,011        | -0,029       | -0,033       |
|            |       | МДЖ | 0,128        | <b>0,155</b> | 0,337        | 0,065        |
|            |       | МДБ | -0,176       | 0,236        | <b>0,121</b> | 0,104        |
|            |       | SCS | -0,238       | 0,066        | -0,291       | <b>0,161</b> |

*Примечание:* Выше диагонали — фенотипические корреляции, по диагонали — коэффициенты наследуемости, ниже диагонали — генетические корреляции.

собственников животных в получении точных данных по объему произведенного молока и качества (здоровья) вымени. Коэффициенты наследуемости в совокупности трех лактаций показывают перспективность расчета оценок племенной ценности животных с привлечением информации по всем имеющимся контрольным доениям.

Поскольку в последнее время уделяется повышенное внимание комплексной оценке генотипа животных с учетом экономической значимости, изучение генетических корреляций (варианс и коварианс) является важной составляющей при разработке селекционных индексов для популяции молочного скота Казахстана. Для сравнения представлены парные (фенотипические и генетические) корреляции соответствующих признаков.

Показатели генетических корреляций по I–III лактациям, за исключением пар «удой — МДБ» ( $-0,161$ ) и «удой — SCS» ( $-0,230$ ), «МДБ — SCS» ( $-0,232$ ) имели положительные значения. Фенотипические взаимосвязи показали слабые положительные величины, кроме пары «МДЖ — МДБ» ( $0,262$ ). Т.е. при отборе коров-первотелок на популяционном уровне по высокому удою (суточному и в целом за лактацию), мы тем самым получали бы молоко с большей жирностью ( $r_g = 0,128$ ), но пониженной белковостью ( $r_g = -0,176$ ).

Вместе с этим наблюдалась положительная корреляция между МДЖ и МДБ ( $r_g = 0,236$ ), которая компенсирует отрицательную корреляцию «удой — МДБ», тем самым выравнивая эффект отбора при тандемной селекции. Наблюдаемая отрицательная корреляция «удой — SCS» ( $r_g = -0,238$ ) по себе не означает линейной закономерности, что чем выше удои, тем ниже оценка по соматике. Имеющаяся функциональная характеристика лактационных кривых по удою и SCS показывает обратную их форму относительно друг друга, и связана больше с периодом пика удоя в 60–100 дн. лактации. В данном случае селекция на высокую молочную продуктивность должна сочетаться с отбором животных по количеству соматических клеток в молоке коров.

По выявленным корреляционным связям для I, II и III лактаций генетическая взаимосвязь между удоем и МДЖ была выше фенотипической, что подтверждает перспективность отбора коров по проценту жира в молоке за ряд лактаций. Для МДБ получены отрицательные зависимости за учетные возрастные периоды коров, что еще раз подчеркивает необходимость разработки национального индекса племенной ценности, который бы включал изучаемые признаки с определенной пропорцией весовых коэффициентов.

Важнейшей характеристикой в изучении молочной продуктивности коров является лактационная кривая, с помощью, которой величину молочной продуктивности можно представить, как для отдельной коровы, так и в среднем по стаду [19]. Учеными установлено, что удои коровы за лактацию примерно на 25% зависят от высшего суточного удоя и на 75% от характера падения лактационной кривой [20].

Анализ продуктивности коров первой лактации показал, что пик среднесуточного удоя приходится на второй месяц лактации (25,3 кг молока, 69 день). В дальнейшем удои коров по факту 2 и 3 лактации также достигает своего пика на втором месяце (28,4 кг, 69 день; 29,4 кг, 66 день). При этом основной пик среднесуточного удоя коров удерживается до конца третьего месяца лактации, а затем спадает, и лактационная кривая принимает вид «типичной». Исследования ученых [21] в опытах на высокопродуктивных коровах голштинской породы подтвердили полученные результаты о типичности лактационной кривой.

Показатель процента жира в молоке за лактацию имел динамику повышения к концу лактации от 3,73 до 3,86%. Изменение показателя процента белка в молоке за три лактации также имело тенденцию к его увеличению к концу лактационного периода, однако она была менее выражена.

В качестве контроля над состоянием здоровья вымени коров была дана оценка содержания соматических клеток в молоке в течение лактации. Балльная оценка показала, что в период после отела вне зависимости от возраста животных, наблюдалось резкое возрастание числа клеток в молоке, с последующим затуханием до минимума, приходящегося на пик лактации. По мере падения суточного удоя, SCS возрастало до максимума к 300–320 дням лактации, что в целом обуславливало подготовку коров к периоду сухостоя. Несмотря на значительные колебания суточного удоя и SCS, аппроксимация полиномиальных уравнений 4-й степени было различным, соответственно, от 69,9 до 86,4% и от 11,8 до 20,5%. При этом была показано функциональная зависимость лактационной деятельности для признаков, близкая к стандартной форме кривых удоя и SCS. Для МДЖ и МДБ уравнения имели меньшую точность:  $R^2 = 0,109–0,314$  и  $R^2 = 0,037–0,239$  соответственно.

Рассматривая показатели молочной продуктивности за разные периоды лактации (100, 200 и 305 дней), мы попытались оценить уровень изменчивости лактационной деятельности коров в связи с возрастом животных (табл. 3). Наибольший удои за 305 дней получен во вторую и третью

лактации, соответственно, 6605 кг и 6530 кг молока, при среднем содержании жира 3,77–3,79% и белка 3,27%, по сравнению с первой лактацией – 6105 кг, 3,78% МДЖ и 3,27% МДБ.

Анализ молочной продуктивности по периодам лактации показал схожую динамику по уровню удоя и компонентам молока. Оценивая интенсивность падения (снижения) кривой лактации, был использован показатель устойчивости для соотношений вторых ста дней к первым ( $P_{2/1}$ , 101–200 дн. / 1–100 дн.) и третьих ста дней к первым ( $P_{3/1}$ , 201–305 дн. / 1–100 дн.). Показано, что коэффициент  $P_{2/1}$  имел практически равные величины для 1–3 лактаций (92,6–93,8%), тогда как для  $P_{3/1}$  он был выше на 2,9% по второй лактации и на 1,4% по третьей относительно первой лактации, что указывает на более плавное снижение молочной продуктивности у коров в последнюю треть лактационного периода.

Было изучено изменение достоверности оценок EBV животных в связи с количеством учтенных событий за лактацию. С увеличением числа контрольных доений от 1 до 10 достоверность прогноза племенной ценности коров по признакам возрастала: от 0,490 до 0,850 для суточного удоя, от 0,272 до 0,640 для МДЖ, от 0,244 до 0,575 для МДБ, от 0,349 до 0,596 для SCS (табл. 4). В значительной степени лимитирующим фактором повышения достоверности оценок является аддитивная дисперсия или величина наследуемости признака. Так, для удоя и SCS достоверность значений EBV повышалась в 1,70 раза при учете от одного до десяти событий, тогда как для МДЖ и МДБ в 2,35 раза при сравнительно низком коэффициенте наследуемости по этим признакам. Для получения оценок по собственной продуктивности коров для удоя с достоверностью от 70% достаточно использовать информацию по 3–4-м

**Таблица 3. Показатели молочной продуктивности коров по периодам лактации в возрастном аспекте**

| Период лактации, дней | Показатели продуктивности |        |        |           |                              |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|-----------|------------------------------|
|                       | удой, кг                  | МДЖ, % | МДБ, % | SCS, балл | $P_{2/1}$ ( $P_{3/1}^*$ ), % |
| <i>I лактация</i>     |                           |        |        |           |                              |
| 1–100                 | 2264                      | 3,72   | 3,26   | 3,73      | -                            |
| 101–200               | 2124                      | 3,80   | 3,27   | 3,97      | 93,8                         |
| 1–305                 | 6105                      | 3,78   | 3,27   | 3,90      | 75,8*                        |
| <i>II лактация</i>    |                           |        |        |           |                              |
| 1–100                 | 2434                      | 3,71   | 3,24   | 3,58      | -                            |
| 101–200               | 2254                      | 3,80   | 3,29   | 3,78      | 92,6                         |
| 1–305                 | 6605                      | 3,79   | 3,27   | 3,75      | 78,7*                        |
| <i>III лактация</i>   |                           |        |        |           |                              |
| 1–100                 | 2416                      | 3,73   | 3,26   | 3,76      | -                            |
| 101–200               | 2250                      | 3,78   | 3,30   | 3,97      | 93,1                         |
| 1–305                 | 6530                      | 3,77   | 3,27   | 3,94      | 77,2*                        |

**Таблица 4. Изменение достоверности прогноза племенной ценности коров в зависимости от числа контрольных записей продуктивности**

| Число контрольных доек  | Достоверность EBV по признакам |       |       |       |
|-------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|
|                         | СУ                             | МДЖ   | МДБ   | SCS   |
| 1 (n=1018)              | 0,490                          | 0,272 | 0,244 | 0,349 |
| 2 (n=762)               | 0,624                          | 0,354 | 0,313 | 0,408 |
| 3 (n=712)               | 0,698                          | 0,422 | 0,373 | 0,445 |
| 4 (n=751)               | 0,743                          | 0,471 | 0,416 | 0,482 |
| 5 (n=1014)              | 0,778                          | 0,520 | 0,463 | 0,514 |
| 6 (n=433)               | 0,795                          | 0,545 | 0,485 | 0,528 |
| 7 (n=427)               | 0,810                          | 0,573 | 0,512 | 0,546 |
| 8 (n=500)               | 0,825                          | 0,597 | 0,534 | 0,564 |
| 9 (n=620)               | 0,841                          | 0,622 | 0,558 | 0,576 |
| 10 (n=513)              | 0,850                          | 0,640 | 0,575 | 0,596 |
| Повторяемость ( $r_w$ ) | 0,454                          | 0,160 | 0,131 | 0,168 |

контрольным событиям. В то же время для процента жира и белка в молоке, SCS требуется привлечение в два раза большего числа наблюдений (от восьми событий при  $r^2 > 0,60$ ). Повторяемость признаков колебалась от 0,131 для МДБ до 0,454 для суточного удоя.

Для изучения генетической структуры популяции были использован анализ главных компонент, основанный на изменчивости оценок племенной ценности животных. На первом этапе проведена группировка особей по породе, далее по стране и региону происхождения в Республике Казахстан. Наиболее высокие значения племенной ценности коров были показаны для удоя за стандартную (305 дней) лактацию по голштинской породе (+54,3 кг молока) в сравнении с черно-пестрыми животными (-108,8 кг), при равной величине EBV для МДЖ, и разном селекционном ответе для МДБ и SCS, соответственно, -0,004% против +0,004% и +0,036 балла против +0,064 балла (табл. 5).

Голштинские коровы зарубежного происхождения, импортированные из Германии, в сравнении с животными, завезенными из Канады и США, показали лучший прогноз по EBV для удоя — +63,3 кг молока. В тоже время канадские голштины имели более высокие значения оценки для МДЖ (+0,008%), при этом коровы из США отличались выгодными параметрами EBV для МДБ (+0,009%) и SCS (+0,029 балла). Данные различия могут являться отражением реализации генотипа молочного скота в определенных средовых

условиях содержания, и который был получен в рамках конкретных программ разведения страны происхождения.

Популяция молочного скота РК в исследованиях была представлена семью регионами, распределение EBV для удоя за 305 дней лактации по которым составило: KZF (+334,4 кг молока), KZC (+3,2 кг), KZD (-54,6 кг), KZT (-133,6 кг), KZN (-137,4 кг), KZB (-194,2 кг) и KZP (-224,8 кг). По компонентам молока положительные оценки для МДЖ и МДБ показали, соответственно, KZF (+0,037% и +0,005%), KZN и KZT (+0,002% для МДБ) и KZP (+0,008% для МДБ). оценка количества соматических клеток в молоке коров была наименьшей в стадах регионов KZB (+0,030 балла) и KZF (+0,036 балла). Группа животных «Другие страны (other)» была наименьшей (n=97 гол.) и состояла из особей российского, украинского, венгерского и казахского происхождения. По нашему мнению, для селекционного процесса на республиканском уровне данная выборка не представляла значимого влияния.

На втором этапе изучения популяционной структуры была проведена визуализация пространственного расположения разных породных и региональных групп Казахстана. Согласно анализу наиболее близкими к кластеру голштинской породы, как и ожидалось, были импортированные животные из Канады, США, Германии, а также группы скота местного происхождения голштинской породы из Актюбинской (KZD) и Акмолинской (KZC) областей РК.

**Таблица 5. Средние значения оценки племенной ценности коров в зависимости от породы, страны и/или региона происхождения Республики Казахстан**

| Порода / страна / регион происхождения<br>(n, гол.) | Оценка племенной ценности (EBV) |        |        |        | Число<br>стад |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|---------------|
|                                                     | У305, кг                        | МДЖ, % | МДБ, % | SCS    |               |
| Голштинская порода, n=5109                          | +54,3                           | -0,003 | -0,004 | +0,036 | 25            |
| Черно-пестрая порода, n=1641                        | -108,8                          | -0,003 | +0,004 | +0,064 | 18            |
| Германия (DEU), n=121                               | +63,3                           | 0,000  | +0,004 | +0,045 | 1             |
| Канада (CAN), n=763                                 | -78,7                           | +0,008 | +0,003 | +0,055 | 3             |
| США (USA), n=308                                    | -114,7                          | -0,008 | +0,009 | +0,029 | 4             |
| Восточно-Казахстанская область (KZF), n=296         | +334,4                          | +0,037 | +0,005 | +0,036 | 3             |
| Акмолинская область (KZC), n=687                    | +3,2                            | -0,006 | -0,006 | +0,054 | 7             |
| Актюбинская область (KZD), n=456                    | -54,6                           | -0,010 | -0,011 | +0,049 | 3             |
| Северо-Казахстанская область (KZT), n=780           | -133,6                          | -0,020 | +0,002 | +0,100 | 5             |
| Кызылординская область (KZN), n=263                 | -137,4                          | -0,002 | +0,002 | +0,110 | 1             |
| Алматинская область (KZB), n=559                    | -194,2                          | -0,026 | -0,007 | +0,030 | 6             |
| Костанайская область (KZP), n=2420                  | -224,8                          | -0,002 | +0,008 | +0,114 | 8             |
| Другие страны (other), n=97                         | +237,3                          | -0,001 | -0,003 | -0,070 | 5             |

Примечание: У305 — удой за 305 дней лактации.

В кластер черно-пестрой породы, включая голштинизируемые стада, были сгруппированы региональные популяции Восточно-Казахстанской (KZF), Алматинской (KZB), Северо-Казахстанской (KZT) и Кызылординской (KZN) областей, а также малочисленная группа животных из других стран (other). Для популяции скот Костанайской области (KZP) были характерны наибольшие отличия как на породном, так и региональном уровнях. По нашему мнению, это связано не только с отрицательными значениями оценок EBV, в сравнении с другими популяциями, но и представленными в выборке помесным поголовьем стада преимущественно с красной степной, холмогорской и симментальской породами.

Вместе с тем, необходимо отметить, что шесть региональных популяций РК образовывали по второй компоненте группу животных с разной долей кровности по голштинской пород и имеющих общее происхождение на уровне материнской породы, участвовавшей в скрещивании (улучшении) продуктивных качеств.

Полученные результаты могут быть использованы для уточнения популяционно-генетических параметров при включении других региональных групп Казахстана и формирования референтной популяции животных с едиными породными и племенными характеристиками в рамках развития программы геномной селекции.

**Выводы.** Представленный анализ позволяет прогнозировать молочную продуктивность коров, что имеет немаловажное значение в успехе реализации селекционно-племенной работы в Республике Казахстан. Показатели наследуемости признаков продуктивности за 1–3 лактации имели наибольшие значения для суточного удоя — 0,440, тогда как для процента жира и белка составляли сравнительно невысокие коэффициенты, соответственно, 0,155 и 0,121.

Генетическая корреляция между удоём и МДЖ имела положительную направленность ( $r_g=0,128$ ), тогда как между удоём и МДБ — отрицательную ( $r_g=-0,176$ ). Взаимосвязи для МДЖ и МДБ, как фенотипические, так и генетические, были прямыми и составляли  $r_p=0,337$  и  $r_g=0,236$ .

Характер лактационных кривых удоя и SCS имел схожую динамику изменчивости вне зависимости от возраста в отелах животных. Получены уравнения аппроксимации динамики лактации для среднесуточного удоя с точностью предсказания  $R^2=0,699-0,864$ . Показатели массовой доли жира, белка и SCS в суточных пробах молока описывались менее точными уравнениями полиномиальных кривых, соответственно,  $R^2=0,109-0,314$ ,  $R^2=0,037-0,239$ ,  $R^2=0,112-0,205$ .

Использование усредненных значений оценок племенной ценности позволяет проводить ранжирование как на породных уровнях, так и на популяционном. Было показано, что наибольшие величины EBV по удою за 305 дней отмечены для животных, отнесенных к голштинской породе (+54,36 кг молока), относительно черно-пестрой (-108,8 кг). Среди импортированного в Казахстан поголовья лучший уровень прогноза был получен для животных из Германии (+63,3 кг молока), в сравнении с США и Канадой. Рейтинг популяций исходя из региона происхождения в РК показал, что более высокие значения EBV отмечены в стадах Восточно-Казахстанской области (+334,4 кг молока), а самые низкие в Костанайской области (-224,8 кг).

Результаты популяционно-генетического мониторинга показали возможность определения региональных групп животных по принадлежности с наибольшей вероятностью к той или иной породе (включая стада (популяции) с разной долей кровности). В этой связи можно утверждать о разработанных подходах по формированию референтной популяции скота Казахстана для внедрения методов геномной селекции.

Таким образом, результаты мониторинга показывают, что к настоящему моменту в Республике формируется база племенных ресурсов, которая в ближайшем будущем позволит с большим уровнем достоверности проводить отбор особей в селекционные группы, а также внедрить принципы использования геномной оценки племенной ценности быков-производителей и коров в программу разведения скота молочных пород Республики Казахстан.

## Литература

1. Pantelić V. Heritability and genetic correlation of production and reproduction traits of Simmental cows / V. Pantelić, L. Sretenović, D. Ostojić-Andri, S. Trivunović, M. M. Petrović, S. Aleksić, D. Ružić-Muslić // African Journal of Biotechnology. — 2011. — Vol. 10(36). — P. 7117–7121.
2. Windig J. J. Genetic Correlations Between Milk Production and Health and Fertility Depending on Herd Environment / J. J. Windig, M. P. L. Calus, B. Beerda // Journal of Dairy Science. — 2006. — Vol. 89(5). — P. 1765–1775.



3. Misztal I. Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model / I. Misztal, T. J. Lawlor, T. H. Short, P. M. VanRaden // *Journal of Dairy Science*. — 1992. — V. 75. — P. 544–551.
4. Samoré A. B. Genetic parameters for functional longevity, type traits, somatic cell scores, milk flow and production in the Italian Brown Swiss / A. B. Samoré, R. Rizzi, A. Rossoni, A. Bagnato // *Italian Journal of Animal Science*. — 2010. — V. 9. — P. 145–152.
5. Norris D. Estimation of (co)variance components for type traits in Charolais cattle / D. Norris, N. W. Sereape, C. B. Bang, J. W. Ngami // *Journal of Biological Sciences*. — 2008. — V. 8. — P. 229–232.
6. Mazza S. Genetic parameters for linear type traits in the Rendena dual-purpose breed / S. Mazza, N. Guzzo, C. Sartori, D. P. Berry, R. Mantovani // *Journal of Animal Breeding and Genetics*. — 2014. — V. 131. — P. 27–35.
7. McDougall S. Clinical and bacteriological response to treatment of clinical mastitis with one of three inter mammary antibiotics / S. McDougall, D. G. Arthur, M. A. Bryan, J. J. Vermunt, A. M. Weir // *New Zealand veterinary journal*. — 2007. — V. 55. — P. 161–170.
8. Gandini G. C. Analysis of the cultural value of local livestock breeds: a methodology / G. C. Gandini, E. Villa // *Journal of Animal breeding and Genetics*. — 2003. — V. 120. — P. 1–11.
9. Gavrilenko V. P. The relationship of milk productivity and fertility of black-and-white cows depending on the month of calving and the form of inheritance of milk yield / V. P. Gavrilenko, G. A. Bushova // *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. — 2012. — № 1(17). — P. 100–103.
10. Titova S. V. The influence of paratypical and genetic factors on the milk productivity of black-and-white cattle / S. V. Titova, V. M. Kuznetsov // *Agricultural Science Euro-North-East*. — 2005. — № 6. — P. 4.
11. De Oliveira H. R. Meta-analysis of genetic-parameter estimates for reproduction, growth and carcass traits in Nellore cattle by using a random-effects mode / H. R. De Oliveira, V. H. Torres et. al. // *Anim. Prod. Sci.* — 2017. — V. 58. — P. 1575–1583.
12. Costa N. R. Genetic Analysis of Holstein Cattle Populations in Brazil and the United States / N. R. Costa, W. R. Blake et. al. // *J. Dairy Sci.* — 2000. — V. 83(12). — P. 2963–2974
13. König S. Estimation of variance components for production and fertility traits in Northern Thai dairy cattle to define optimal breeding strategies / S. König, C. Nattaphon, J. H. Langholz // *Arch. Tierzucht*. — 2005. — V. 3(48). — P. 233–246
14. Hasan I. Estimation of heritability and genetic correlations between milk yield and linear type traits in primiparous Holstein-Friesian cows / I. Hasan, J. Dobrila et. al. // *Bras. Zootec.* — 2021. — V. 50. doi: 10.37496/rbz5020200121.
15. I. Misztal, S. Tsuruta et. al. // *Manual for BLUPF90 family of programs. Programs*. — 2014
16. Bakai A. V. Heritability of milk productivity of daughters of breeding bulls of different lines. A. V. Bakai, F. R. Bakai et. al. // *Chief animal technician*. — 2013. — № 7. — P. 16–21.
17. Chernykh A. G. Selection and genetic parameters for assessing the milk productivity of cows in the herd of the Bolshevik farm / A. G. Chernykh // *Russian electronic scientific journal*. — № 3(9). — P. 78–88.
18. Bakai A. V. Variability and heritability of indicators of milk productivity in black-and-white cows in the «Povadino» farm / A. V. Bakai, T. V. Lepekhina // *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.I. V.R. Filippov*. — 2016. — № 3(44). — P. 42–45.
19. Nekrasov R. V. The lactation curve of cows as a tool for working with the herd / R. V. Nekrasov, N. V. Sivkin et. al. // *Achievements of science and technology of agriculture*. — 2011. — № 11. — P. 58–60.
20. Bilkov V. Intensification of lactation activity and productive longevity of cows in highly productive herds / V. Bilkov, N. Anishchenko, Yu. Churbakov // *Dairy and beef cattle farming*. — 2011. — № 8. — P. 11–12.
21. Nekrasov R. V. Milking of first-calf cows as a factor of productivity increase / R. V. Nekrasov, M. V. Varenikov, M. G. Chabaev, N. A. Ushakova, V. I. Turchina // *Dairy and beef cattle farming*. — 2011. — № 7. — P. 34–37.

Kharzhau A.<sup>1</sup>, Shamshidin A.<sup>1</sup>, Sermyagin A.<sup>2</sup>, Zhumanov K.<sup>1</sup>

## Characteristics of population genetic and breeding parameters of the traits of milk productivity of black-and-white and Holstein cows of the Republic of Kazakhstan

### Abstract.

**Purpose.** determination of the selection and genetic parameters of the daily milk productivity of black-and-white and Holstein cows to characterize the population.

**Materials and methods.** The studies were carried out using a database formed on the basis of the information and analytical management system of animal husbandry in the Republic of Kazakhstan (RK) for daily control milking of Holstein and black-and-white cows. The sample included indicators of milk productivity for three lactations of animals bred in 43 herds: I lactation — 14 482 records (3130 cows and 391 bull fathers), II lactation — 13 656 records (2734 cows and 537 bull fathers), III lactation — 4,911 records (886 cows and 260 bull fathers).

**Results.** Phenotypic variability indices (CvP) by lactation varied: daily milk yield — 34.1...38.8%, MJ — 9.8...11.6%, BMD — 6.7...8.6%, SCS — 32.5...37.8%. The additive genetic variability (CvA) was lower and ranged for: daily milk yield — 22.9...27.0%, MJ — 3.8...4.7%, BMD — 2.6...3.1%, SCS — 13, 8...14.7%. The heritability of indicators of milk productivity on average for three lactations was: in terms of milk yield —  $h^2=0.440$ , percentage of fat —  $h^2=0.155$ , percentage of protein —  $h^2=0.121$ , SCS —  $h^2=0.161$ . Evaluation of the dynamics of changes in daily milk yield and SCS showed the standard nature of the shape of lactation curves with the values of the determination coefficient of the phenotypic trend equation, respectively,  $R^2=69.9...86.4\%$  and  $R^2=11.8...20.5\%$ . An increase in the number of recorded days of control milking from 1 to 10 increased the accuracy of the forecast of the breeding value (EBV) of animals for signs of milk production by 1.7–2.4 times. Evaluation of cows by their own productivity for milk yield with optimal values of forecast reliability over 70% can be carried out on the basis of 4 control milking units. At the same time, for the percentage of fat and protein, SCS, the number of observations to achieve reliable EBV results ranged from 8 to 10. Based on the average values of the breeding value of cows, the population genetic characteristics of the farmed cattle in the Republic of Kazakhstan were determined in the context of breeds, country and region (population) origin. Holstein animals (+54.3 kg of milk) were characterized by the highest EBV values. Among imported cows, the best breeding value forecast was obtained for cows imported from Germany (+63.3 kg of milk). For the Kazakh population of cattle, leading positions in terms of genetic prognosis were achieved in East Kazakhstan region (KZF, +334.4 kg of milk). A principal component analysis based on an assessment of the breeding value of cows showed clear differentiation by breed level, country and region of origin of the livestock. The most significant differences were found for animals originated in the Kostanay region (KZP).

**Conclusion.** Analysis of the results of population-genetic and breeding parameters of the characteristics of milk productivity of black-and-white and Holstein cattle showed that there are necessary prerequisites for the development of their own breeding base, increasing the efficiency of selection of animals for breeding groups.

**Key words:** milk yield, percentage of fat, percentage of protein, number of somatic cells, heritability, variability, assessment of breeding value.

### Authors:

Kharzhau A. — master of agricultural sciences; e-mail: kh.ainur@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4551-1851>;

Shamshidin A. — PhD (Agr. Sci.); e-mail: 270180@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5457-1720>;

Sermyagin A. — PhD (Agr. Sci.); e-mail: alex\_sermyagin85@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1799-6014>;

Zhumanov K. — master of veterinary science; e-mail: kano\_zh@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8400-4073>.

<sup>1</sup> West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan, Republic of Kazakhstan, 090009, Uralsk, Zhangir Khan, 51;

<sup>2</sup> Federal Research Center for Animal Husbandry named after L. K. Ernst; 142132, Russia, Moscow Region, Podolsk Municipal District, Dubrovitsy 60;

## References

1. Pantelić V. Heritability and genetic correlation of production and reproduction traits of Simmental cows / V. Pantelić, L. Sretenović, D. Ostojić-Andri, S. Trivunović, M. M. Petrović, S. Aleksić, D. Ružić-Muslić // *African Journal of Biotechnology*. — 2011. — Vol. 10(36). — P. 7117–7121.
2. Windig J. J. Genetic Correlations Between Milk Production and Health and Fertility Depending on Herd Environment / J. J. Windig, M. P. L. Calus, B. Beerda // *Journal of Dairy Science*. — 2006. — Vol. 89(5). — P. 1765–1775.
3. Misztal I. Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model / I. Misztal, T. J. Lawlor, T. H. Short, P. M. VanRaden // *Journal of Dairy Science*. — 1992. — V. 75. — P. 544–551.
4. Samoré A. B. Genetic parameters for functional longevity, type traits, somatic cell scores, milk flow and production in the Italian Brown Swiss / A. B. Samoré, R. Rizzi, A. Rossoni, A. Bagnato // *Italian Journal of Animal Science*. — 2010. — V. 9. — P. 145–152.
5. Norris D. Estimation of (co)variance components for type traits in Charolais cattle / D. Norris, N. W. Serape, C. B. Bang, J. W. Ngami // *Journal of Biological Sciences*. — 2008. — V. 8. — P. 229–232.
6. Mazza S. Genetic parameters for linear type traits in the Rendena dual-purpose breed / S. Mazza, N. Guzzo, C. Sartori, D. P. Berry, R. Mantovani // *Journal of Animal Breeding and Genetics*. — 2014. — V. 131. — P. 27–35.
7. McDougall S. Clinical and bacteriological response to treatment of clinical mastitis with one of three inter mammary antibiotics / S. McDougall, D. G. Arthur, M. A. Bryan, J. J. Vermunt, A. M. Weir // *New Zealand veterinary journal*. — 2007. — V. 55. — P. 161–170.
8. Gandini G. C. Analysis of the cultural value of local livestock breeds: a methodology / G. C. Gandini, E. Villa // *Journal of Animal breeding and Genetics*. — 2003. — V. 120. — P. 1–11.
9. Gavrilenko V. P. The relationship of milk productivity and fertility of black-and-white cows depending on the month of calving and the form of inheritance of milk yield / V. P. Gavrilenko, G. A. Bushova // *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. — 2012. — № 1(17). — P. 100–103.
10. Titova S. V. The influence of paratypical and genetic factors on the milk productivity of black-and-white cattle / S. V. Titova, V. M. Kuznetsov // *Agricultural Science Euro-North-East*. — 2005. — № 6. — P. 4.
11. De Oliveira H. R. Meta-analysis of genetic-parameter estimates for reproduction, growth and carcass traits in Nellore cattle by using a random-effects mode / H. R. De Oliveira, V. H. Torres et. al. // *Anim. Prod. Sci.* — 2017. — V. 58. — P. 1575–1583.
12. Costa N. R. Genetic Analysis of Holstein Cattle Populations in Brazil and the United States / N. R. Costa, W. R. Blake et. al. // *J. Dairy Sci.* — 2000. — V. 83(12). — P. 2963–2974
13. König S. Estimation of variance components for production and fertility traits in Northern Thai dairy cattle to define optimal breeding strategies / S. König, C. Nattaphon, J. H. Langholz // *Arch. Tierzucht*. — 2005. — V. 3(48). — P. 233–246
14. Hasan I. Estimation of heritability and genetic correlations between milk yield and linear type traits in primiparous Holstein-Friesian cows / I. Hasan, J. Dobrila et. al. // *Bras. Zootec.* — 2021. — V. 50. doi: 10.37496/rbz5020200121.
15. I. Misztal, S. Tsuruta et. al. // *Manual for BLUPF90 family of programs. Programs*. — 2014
16. Bakai A. V. Heritability of milk productivity of daughters of breeding bulls of different lines. A. V. Bakai, F. R. Bakai et. al. // *Chief animal technician*. — 2013. — № 7. — P. 16–21.
17. Chernykh A. G. Selection and genetic parameters for assessing the milk productivity of cows in the herd of the Bolshevik farm / A. G. Chernykh // *Russian electronic scientific journal*. — № 3(9). — P. 78–88.
18. Bakai A. V. Variability and heritability of indicators of milk productivity in black-and-white cows in the «Povadino» farm / A. V. Bakai, T. V. Lepekhina // *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.I. V.R. Filippov*. — 2016. — № 3(44). — P. 42–45.
19. Nekrasov R. V. The lactation curve of cows as a tool for working with the herd / R. V. Nekrasov, N. V. Sivkin et. al. // *Achievements of science and technology of agriculture*. — 2011. — № 11. — P. 58–60.
20. Bilkov V. Intensification of lactation activity and productive longevity of cows in highly productive herds / V. Bilkov, N. Anishchenko, Yu. Churbakov // *Dairy and beef cattle farming*. — 2011. — № 8. — P. 11–12.
21. Nekrasov R. V. Milking of first-calf cows as a factor of productivity increase / R. V. Nekrasov, M. V. Varenikov, M. G. Chabaev, N. A. Ushakova, V. I. Turchina // *Dairy and beef cattle farming*. — 2011. — № 7. — P. 34–37.