

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ВЕРБЛЮДИЦ КАЗАХСТАНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ

Д.А. Баймуханов¹, член-корреспондент НАН Республики Казахстан, доктор сельскохозяйственных наук,
О. А. Алиханов², кандидат сельскохозяйственных наук, С.Д. Монгуш³, кандидат сельскохозяйственных наук,
Ю.А. Юлдашбаев⁴, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, В.А. Демин⁴, доктор сельскохозяйственных наук

¹Товарищество с ограниченной ответственностью
«Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии»,
010000 (Z10P6B8), Астана, ул. Кенесары, 40, офис 1419
E-mail: dbaimukanov@mail.ru

²Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауэзова,
130050, Шымкент, просп. Тауке-хана 5

³Тувинский государственный университет,
607000, Кызыл, ул. Ленина, 36

⁴Российский государственный аграрный университет –
Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева,
127550, Москва, ул. Тимирязевская 49

Исследования проводили с целью определения основных генетических параметров (изменчивость, наследуемость, повторяемость) признаков молочной продуктивности на современном массиве верблюдов различных пород для эффективной селекции. Объект исследования – животные породы казахский бактриан (200 голов), туркменский дромедар породы Арвана (120 голов), казахский дромедар (120 голов), разводимые на юге и юго-востоке Казахстана; монгольский бактриан тувинской популяции (30 голов), разводимый в лесостепной и сухостепной зоне Республики Тыва Российской Федерации. Возраст исследованных верблюдиц составлял от 1 до 12 лактаций. Исследования проводили в 2020–2022 гг. Верблюдицы казахского бактриана способны давать за 210 дней лактации $1111,2 \pm 45,1$ кг молока 4 %-ной жирности, туркменского дромедара породы Арвана – $1588,8 \pm 58,4$ кг, казахского дромедара – $1870,0 \pm 47,5$ кг, монгольского бактриана тувинской популяции – $933,5 \pm 29,8$ кг. Коэффициент изменчивости по удою молока составил $19,7...35,9$ %, по жирномолочности – $6,2...9,9$ %, по белковомолочности – $3,9...7,2$ %, по выходу молочного жира – $22,2...41,9$ %, молочного белка – $19,5...36,9$ %. Коэффициенты наследуемости по изучаемым селекционным признакам имели средние значения в пределах $h^2 = 0,25...0,55$. По надою за 1...2-ю лактации коэффициент повторяемости был равен $0,65...0,82$, по массовой доле жира в молоке – $0,58...0,85$, белка – $0,59$ и $0,88$, по выходу молочного жира – $0,75...0,82$, молочного белка – $0,72...0,83$. Коэффициент корреляции между показателями продуктивности верблюдиц первой выжеребки за 105 дней лактации и показателями за 210 дней лактации ($p < 0,001$) варьировал от $+0,42$ до $+0,78$, что указывает на надежность прогноза продуктивности по данным оценки за первые 105 дней.

GENETIC PARAMETERS OF MILK PRODUCTIVITY OF CAMELS OF THE KAZAKH POPULATION

D. A. Baimukanov¹, O. A. Alikhanov², S. D. Mongush³, Yu. A. Yuldashbayev⁴, V. A. Demin⁴

¹Limited Liability Company "Scientific and Production Center of Animal Husbandry and Veterinary",
010000 (Z10P6B8), Astana, ul. Kenesary, 40, office 1419
E-mail: dbaimukanov@mail.ru

²South-Kazakhstan State University named after M. Auezov,
130050, Shymkent, prosp. Tauke Khan, 5

³Tuva State University,
607000, Kyzyl, ul. Lenin, 36

⁴Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
127550, Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49

The objects of research are modern arrays of camels of the Kazakh Bactrian breed, Turkmen dromedary of the Arvan breed, Kazakh dromedary bred in the south and south-east of Kazakhstan; Mongolian Bactrian of Tuvan populations bred in the forest-steppe and dry-steppe zone of the Republic of Tyva of the Russian Federation. The age of the studied camels ranged from 1 to 12 lactation. The studies were conducted in the period 2020–2022. The camels of the Kazakh Bactrian breed in the amount of 200 heads, the Turkmen dromedary in the amount of 120 heads, the Kazakh dromedary 120 heads and the Bactrian of the Mongolian breed of the Tuvan population 30 heads were studied. The camels of the Kazakh Bactrian are able to give 4 % milk in 210 days of lactation 1111.2 ± 45.1 kg, the Turkmen dromedary of the Arvan breed 1588.8 ± 58.4 kg, the Kazakh dromedary 1870.0 ± 47.5 kg, the Mongolian Bactrian of the Tuvan population 933.5 ± 29.8 kg. The coefficient of variability in milk yield for 210 days of lactation was $CV = 19.7-35.9$ % in camels. The coefficient of variation is $6.2-9.9$ % in fat content, $3.9-7.2$ % in protein content. In dairy camels, the coefficient of variability in the yield of milk fat was $22.2-41.9$ %, in the yield of milk protein – $19.5-36.9$ %. In dairy camels, the heritability coefficients for the studied breeding traits have average values that vary between $h^2 = 0.25-0.55$, which characterizes the stability of inheritance by descendants of productive traits of mothers. According to milk yield for 1–2 lactation, the repeatability coefficient was $0.65...0.82$, according to the mass fraction of fat in milk – 0.58 and 0.85 , protein – 0.59 and 0.88 , according to the yield of milk fat – $0.75...0.82$, milk protein – $0.72...0.83$. The correlation coefficient between the productivity indicators of camels of the first foal for 105 days of lactation and the indicators for 210 days of lactation ($P < 0.001$) varies from $+0.42$ to $+0.78$, which indicates the reliability of the forecast of productivity of camels of the first foal for 210 days of lactation according to the assessment data for the first 105 days.

Ключевые слова: верблюдицы (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedaries*), удои, жир, белок, наследуемость, изменчивость, повторяемость.

Key words: camels (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedaries*), milk yield, fat, protein, heritability, variability, repeatability.

Верблюжье молоко превосходит коровье и по своей питательной ценности довольно близко к человеческому. Оно характеризуется высокой концентрацией многих биологически активных соединений, которые необходимы для человека. Несмотря на огромную питательную ценность и пользу для здоровья людей, пищевые продукты из верблюжьего молока остаются малораспространенными [1]. Натуральное верблюжье молоко содержит много общих солей, кальция, защитных белков и таких элементов, как железо, медь и цинк. Уникальный состав верблюжьего молока делает его отличным продуктом питания для населения, проживающего в регионах (засушливых и полувзасушливых), где растения (фрукты и овощи) встречаются редко. Научное понимание валового состава верблюжьего молока может побудить потребителей включить этот продукт в свой рацион и стимулировать расширение переработки верблюжьего молока и его использования в качестве компонента рациона человека [2].

Интенсивность секреции верблюжьего молока неразрывно связана с накоплением и выведением его из молочных желез по причине того, что емкость вымени у верблюдиц, как и у кобыл, намного меньше, чем у коров. Поэтому молочная продуктивность верблюдиц непосредственно связана с емкостью и молокообразующей способностью вымени [3]. При этом для формирования селекционного стада верблюдов по направлениям продуктивности необходимы сведения о продуктивном профиле всей популяции [4]. Исходя из изложенного необходимо изучение генетических параметров верблюдов, разводимые в Республике Казахстан и Республика Тыва Российской Федерации с учетом селекционируемых признаков.

Цель исследования – определение основных генетических параметров (изменчивость, наследуемость, повторяемость) признаков молочной продуктивности на современном массиве верблюдов различных пород для эффективной селекции.

Методика. Объекты исследования – современные массивы верблюдов породы казахский бактриан, туркменский дромедар породы Арвана, казахский дромедар разводимые на юге и юго-востоке Казахстана; монгольский бактриан тувинской популяции, разводимый в лесостепной и сухостепной зоне Республике Тыва Российской Федерации. Возраст исследованных верблюдиц составлял от 1 до 12 лактаций.

Табл.1. Селекционные параметры верблюдиц

Изучаемый признак	Порода			
	казахский бактриан (n=200)	туркменский дромедар Арвана (n=120)	казахский дромедар (n=120)	монгольский бактриан тувинской популяции (n=30)
Живая масса, кг	575,4±25,6	534,7±18,3	589,2±22,6	485,1±12,9
Удой молока за 210 дней лактации, кг	793,7±33,8	1925,9±60,1	1739,5±41,6	691,5±24,2
Массовая доля, %:				
жира в молоке	5,6±0,08	3,3±0,06	4,3±0,07	5,4±0,09
белка в молоке	3,9±0,05	3,7±0,04	3,9±0,04	3,8±0,05
Выход молока 4 %-ной жирности, кг	1111,2±45,1	1588,8±58,4	1870,0±47,5	933,5±29,8
Молочный жир, кг	44,4±1,2	63,5±3,1	74,8±1,9	37,3±1,1
Молочный белок, кг	31,0±0,9	71,2±1,7	67,8±1,3	26,3±0,9
Коэффициент молочности: при исходной жирности	1,38	3,60	2,95	1,42
при базисной жирности (4 %)	1,93	2,97	3,17	1,92
Лактационный показатель, кг	75,4	134,7	142,6	63,6

Работу выполняли в 2020–2022 гг. Изучены верблюды породы казахский бактриан в количестве 200 голов, туркменский дромедар в количестве 120 голов, казахский дромедар 120 голов и бактриан монгольской породы тувинской популяции 30 голов.

При ее проведении использовали комплекс специальных методов исследований по оценке молочной продуктивности, определяли живую массу (кг), удой молока за 210 дн. лактации (кг), массовую долю жира и белка в молоке (%), выход молочного жира и белка (кг), коэффициент молочности и лактационный показатель.

Коэффициент (индекс) молочности, характеризующий производство молока в расчете на 100 кг живой массы, определяли по формуле:

$$KM = U/J, \quad (1)$$

где KM – коэффициент молочности; U – удой за лактацию, кг; J – живая масса верблюдиц, кг.

Табл.2. Генетические параметры молочной продуктивности верблюдиц

Признак	Генетический параметр	Порода			
		казахский бактриан (n=200)	туркменский дромедар Арвана (n=120)	казахский дромедар (n=120)	монгольский бактриан тувинской популяции (n=30)
Удой молока за 210 дней лактации, кг	коэффициент изменчивости (CV, %)	31,5	19,7	24,2	35,9
	коэффициент наследуемости (h^2)	0,42	0,25	0,31	0,47
	коэффициент повторяемости (rs) за 1...2 лактации	0,82	0,65	0,74	0,78
Молочный жир, %	коэффициент изменчивости (CV, %)	8,7	6,2	9,1	9,9
	коэффициент наследуемости (h^2)	0,39	0,28	0,31	0,42
	коэффициент повторяемости (rs) за 1...2 лактации	0,73	0,58	0,65	0,85
Молочный белок, %	коэффициент изменчивости (CV, %)	5,4	3,9	4,8	7,2
	коэффициент наследуемости (h^2)	0,35	0,23	0,27	0,46
	коэффициент повторяемости (rs) за 1...2 лактации	0,72	0,59	0,69	0,88
Молочный жир, кг	коэффициент изменчивости (CV, %)	32,4	31,3	22,2	41,9
	коэффициент наследуемости (h^2)	0,38	0,26	0,33	0,51
	коэффициент повторяемости (rs) за 1...2 лактации	0,82	0,75	0,84	0,78
Молочный белок, кг	коэффициент изменчивости (CV, %)	31,8	19,5	21,9	39,6
	коэффициент наследуемости (h^2)	0,41	0,27	0,32	0,55
	коэффициент повторяемости (rs) за 1...2 лактации	0,79	0,72	0,81	0,83

Табл.3. Коэффициент корреляции (r) между признаками молочной продуктивности за первые 105 дней и 210 дней лактации

Признак	Порода			
	казахский бактриан (n=200)	туркменский дромедар Арвана (n=120)	казахский дромедар (n=120)	монгольский бактриан тувинской популяции (n=30)
Надой	+0,61	+0,71*	+0,75*	+0,58
Массовая доля жира	+0,49	+0,53	+0,57*	+0,43
Выход молочного жира	+0,67	+0,73*	+0,78*	+0,59
Массовая доля белка	+0,46	+0,58*	+0,56	+0,42
Выход молочного белка	+0,62	+0,72	+0,77*	+0,55

* $p < 0,001$

Лактационный показатель, отражающий суммарное количество молочного жира и белка в молоке, рассчитывали по выражению:

$$ЛП = ВМЖ + ВМБ, \quad (2)$$

где ОП – лактационный показатель; ВМЖ – выход молочного жира, кг; ВМБ – выход молочного белка, кг.

Молочную продуктивность кобыл оценивали по валовому удою молока, которую определяли путем ежемесячных контрольных доек. При оценке верблюдиц по молочной продуктивности придерживались общепринятых методических подходов. Учет удоев осуществляли методом контрольных доек, которые проводили 2 раза в месяц. Суточную молочную продуктивность определяли по следующей формуле [3]:

$$Y_c = Y_t / t \cdot 24, \quad (3)$$

где Y_c – молочная продуктивность верблюдицы за сутки, кг; Y_t – фактический дневной надой, определенный методом контрольных доений, кг; t – время участия кобылы в процессе доения от отбивки жеребят до конца последнего доения, ч; 24 – число часов в сутки.

Содержание СОМО и лактозы измеряли на приборе «Клевер-1М», молочного жира в молоке – на приборе Milkotester, общего белка – на анализаторе АМ-2. Максимальную емкость вымени определяли по методике Е. Д. Чиргина [5]. Для этого верблюдиц выдаивали после пропуска одного доения, то есть промежуток между ними специально удлиняли до 6 ч, чтобы вымя полностью заполнилось молоком. Оценку проводили на втором-третьем месяце лактации, когда емкость вымени верблюдиц была максимальна, согласно инструкции по бонитировке верблюдов пород бактриан и дромедар с основами племенной работы (Астана, 2014). Исследования осуществляли в соответствии с действующей методикой организации зоотехнических опытов.

Коэффициенты изменчивости, наследуемости, повторяемости и корреляции признаков рассчитывали с использованием общепринятых статистических методов, применяемых в зоотехнии. Наследуемость определяли с использованием коэффициентов корреляции между продуктивностью матерей по наивысшей лактации и дочерей по первой лактации. Повторяемость молочных признаков определяли на основе корреляционной связи между показателями в смежные лактации (1-я и 2-я).

Результаты и обсуждение. Наибольшей живой массой среди рассматриваемых генотипов характеризовались животные породы казахский дромедар (589,2 кг), наименьшей – монгольский бактриан тувинской популяции (485,1 кг). Аналогично распределялись и показатели удоя молока жирностью 4 % за 210 дней лактации – соответственно 1870,0±47,5 кг и 933,5±29,8 кг (табл. 1).

Самой высокой вариабельностью ($CV = 19,7...35,9\%$) среди изученных продуктивных признаков характеризовались показатели удоя за 210 дней первой лактации (табл. 2). То есть селекция в этом направлении будет наиболее эффективной. Изменчивость массовой доли жира и белка в молоке верблюдиц первой выжеребки не превышала 10 %, жирномолочности – составляла 6,2...9,9 %, белковомолочности – 3,9...7,2 %, что свидетельствует об относительной стабильности этих признаков. То есть селекционный эффект по жирномолочности и белковомолочности возможен только за длительный промежуток времени. Коэффициент изменчивости выхода молочного жира составляет 22,2...41,9 %, молочного белка – 19,5...36,9 %.

Коэффициент наследуемости – основной генетический параметр, который отражает долю наследственной изменчивости признака и служит селекционным показателем отбора по продуктивным качествам. У дойных верблюдиц его величина по изучаемым селекционным признакам имеет средние значения, которые варьируют в пределах $h^2 = 0,25...0,55$, что свидетельствует о стабильности наследования потомками продуктивных признаков матерей. В целом величина этого показателя свидетельствует о возможности эффективного отбора маточного поголовья как по молочной продуктивности, так и по качественным показателям – массовой доле жира и белка в молоке.

Эффективность отбора во многом зависит от повторяемости селекционного признака. В нашем исследовании она была высокой по всем продуктивным признакам. Коэффициент повторяемости по надоем за 1-ю и 2-ю лактации был равен 0,65...0,82, по массовой доле жира в молоке – 0,58...0,85, массовой доле белка в молоке – 0,59...0,88, по выходу молочного жира – 0,75...0,82, молочного белка – 0,72...0,83.

Коэффициент корреляции между показателями продуктивности верблюдиц первой выжеребки за 105 дней и 210 дней лактации ($p < 0,001$) варьирует от +0,42 до +0,78, что указывает на возможность надежного прогноза продуктивности верблюдиц первой выжеребки за 210 дн. лактации по результатам оценки первых 105 дн. (табл. 3).

При отборе дойных верблюдиц по нескольким селекционным признакам рекомендуется учитывать характер связей между ними. Установлено, что при селекции, направленной на повышение абсолютного удоя молока, содержание жира и белка в молоке будет

Табл. 4. Коэффициент корреляции (r) продуктивных показателей верблюдиц 1-ой выжеребки

Изучаемые признаки	Порода верблюдов			
	казахский бактриан (n=200)	туркменский дромедар Арвана (n=120)	казахский дромедар (n=120)	монгольский бактриан тувинской популяции (n=30)
Удой – массовая доля жира	-0,12*	-0,09*	-0,11*	-0,15*
Удой – массовая доля белка	-0,05*	-0,03*	-0,03*	-0,04*
Массовая доля жира – массовая доля белка	0,22*	0,19*	0,21*	0,17*
Удой – выход молочного жира	0,94*	0,95*	0,95*	0,91*
Удой – выход молочного белка	0,95*	0,96*	0,96*	0,92*

* $p < 0,001$

Табл.5. Мониторинг взаимосвязи емкости вымени верблюдиц с их молочной продуктивностью и продолжительностью хозяйственного использования

Показатель	Физиологическая емкость вымени верблюдиц, л					
	1,00...1,49	1,50...1,69	1,70...1,99	2,00...2,24	2,24...2,49	2,50...2,69
Казахский бактриан (n=50)						
Поголовье, гол.	20	15	10	5	-	-
Продолжительность хозяйственного использования, лактаций	8,0	8,0	7	7	-	-
Пожизненный удой, кг	10800	12280	12740	15750	-	-
Средний удой за лактацию, кг	1350	1535	1820	2250	-	-
Туркменский дромедар (n=50)						
Поголовье, гол.	-	5	5	15	15	10
Продолжительность хозяйственного использования, лактаций	-	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0
Пожизненный удой, кг	-	25600	27120	26740	29400	27600
Средний удой за лактацию, кг	-	3200	3390	3820	4200	4600
Казахский дромедар (n=50)						
Поголовье, гол.	-	5	15	15	10	5
Продолжительность хозяйственного использования, лактаций	-	8,0	8,0	7,0	6,0	5,0
Пожизненный удой, кг	-	20000	22800	22050	21000	21000
Средний удой за лактацию, кг	-	2500	2850	3150	3500	4200
Монгольский бактриан тувинской популяции (n=50)						
Поголовье, гол.	20	15	10	-	-	-
Продолжительность хозяйственного использования, лактаций	8,0	8,0	7	-	-	-
Пожизненный удой, кг	4400	6240	9940	-	-	-
Средний удой за лактацию, кг	550	780	1420	-	-	-

снижаться, но с разной интенсивностью. Жирномолочность снизится в большей степени, а белкомолочность уменьшится незначительно. В то же время между массовой долей жира и белка в молоке дойных верблюдиц выявлена устойчивая положительная связь $r = +0,17$ и $r = +0,22$. Между удоем молока и выходом молочного жира и белка установлена высокодостоверная ($p \leq 0,001$) положительная ($r = 0,91 \dots 0,96$) взаимосвязь (табл. 4).

Установлена высокая корреляция между максимальной емкостью вымени верблюдиц и расчетным суточным удоем ($+0,71 \pm 0,02$), а также средним разовым удоем ($+0,85 \pm 0,03$). Полученные данные подтверждают тесную прямую зависимость между продуктивностью и емкостью вымени верблюдиц.

У 70 % поголовья верблюдиц пород казахский и монгольский бактриан емкость вымени составляла 1,00...1,69 л, у такой же доли животных породы туркменский дромедар Арвана – от 2,0 до 2,69 л, у 80 % верблюдоматок породы казахский дромедар – 1,7...2,49 л (табл. 5).

В целом верблюдоматки породы Арвана отличались более высокими удоями при относительно низком содержании жира в молоке, по сравнению с казахскими бактрианами. По результатам анализа лактационных кривых молочной продуктивности верблюдоматок наиболее высокие суточные удои у особей разных генотипов при разведении в различных условиях отмечали на втором-третьем месяце лактации. Средняя молочная продуктивность исследуемого поголовья верблюдов за 7 месяцев лактации составила 1080,9 кг молока, со средним содержанием жира 5,1 %.

Изучение корреляционных связей дает возможность усилить эффективность отбора по продуктивному признаку путем учета других косвенных показателей и исключить нежелательные последствия при проведении односторонней селекции по одному признаку.

Выводы. Коэффициент корреляции между показателями продуктивности верблюдиц первой выжеребки за 105 дней лактации и показателями за 210 дней лакта-

ции ($p < 0,001$) варьировал от +0,42 до +0,78, что указывает на надежность прогноза продуктивности по данным оценки за первые 105 дней. Высокая повторяемость удоя между лактациями может служить обоснованием возможности увеличения продуктивности дойного стада на основе оценки верблюдиц первой выжеребки за 210 дней лактации. Их целенаправленный отбор по этому признаку для ремонта собственного стада будет способствовать ускорению генетического прогресса. При увеличении удоя молока у верблюдиц содержание жира в продукции имеет тенденцию к снижению.

Литература

1. Benmeziane-Derradji F. Evaluation of camel milk : gross composition-a scientific overview // *Trop Anim Health Prod.* 2021. Vol. 53. No. 2. P. 308. URL : <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-021-02689-0> (дата обращения : 15.01.2023) doi : 10.1007/s11250-021-02689-0.
2. Продуктивный профиль маточного поголовья верблюдов породы казахский бактриан прибалхашского типа / А. Д. Баймуханов, Ю. А. Юлдашбаев, М. Т. Каргаева и др. // *Зоотехния.* 2022. № 10. С. 23–25. doi : 10.25708/ZT.2022.55.72.006
3. Баймуханов А. Морфофункциональные особенности вымени верблюдиц // *Верблюдоводство в Казахстане.* Алматы : Бастай, 1995. Вып.1. С. 7–11.
4. Ho T. M., Zou Z., Bansal N. Camel milk : A review of its nutritional value, heat stability, and potential food products // *Food Res Int.* 2022. No. 153. 110870. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996921007705?via%3Dihub> (дата обращения : 11.01.2023). doi : 10.1016/j.foodres.2021.110870
5. Чиргин Е. Д. Емкость вымени кобыл русской тяжеловозной породы // *Ветеринарный врач.* 2015. № 5. С. 59–62.

Поступила в редакцию 06.03.2023

После доработки 29.03.2023

Принята к публикации 25.04.2023