

## **ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОКА КОЗ АЛЬПИЙСКОЙ ПОРОДЫ**

*Петрова Маргарита Артемовна, студентка 4 курса института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева*

*Научный руководитель – Селионова Марина Ивановна, заведующая кафедрой разведения, генетики и биотехнологии животных, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева*

*Аннотация. В статье приведены результаты выявления степени влияния количества соматических клеток на качественные показатели молока альпийской породы*

**Ключевые слова:** козы, соматические клетки, молоко, альпийская порода

**Введение.** В последние годы во всем мире молочное козоводство стало одной из востребованных отраслей животноводства. На долю козьего молока, производимого в мире, приходится 2% от его валового производства. [1] Во всем мире производство козьего молока находится на третьем месте (после коровьего и буйволиного).

Странами-лидерами по производству козьего молока являются Индия, Бангладеш и Судан. Также среди стран Европы наблюдается высокое производство козьего молока во Франции, Греции и Испании, поскольку в этих государствах козий сыр является частью традиционной культуры.

В Российской Федерации основное поголовье локализовано в личных подсобных хозяйствах, из-за чего козье молоко реализуется чаще в сыром виде, чем в виде продуктов его переработки (сыр, творог, сливки, масло, сметана и так далее). На территории нашей страны есть лишь несколько хозяйств, которые реализуют продукты переработки козьего молока, поэтому потребительский спрос не может быть удовлетворен полностью [2].

Показатель соматических клеток (КСК) стал маркером, определяющим состояние здоровья молочной железы. По данным ГОСТ 32940-2014 «Молоко козье сырое. Технические условия» содержание соматических клеток в молоке не должно превышать 1000 единиц на 1 см<sup>3</sup> [3]. Однако, в силу апокринного типа секреции, даже при отсутствии заболеваний вымени, показатель соматических клеток у коз часто бывает выше нормы. Важную роль в идентификации мастита играет также дифференциация соматических клеток на лимфоциты, макрофаги и полиморфноядерные нейтрофилы, так как именно эти типы клеток сопряжены с воспалительным процессом вымени. Так, повышенное количество соматических клеток может влиять на другие показатели молока, что отражается на его технологических свойствах при производстве продукции [4].

Взаимодействие компонентов козьего молока при повышенном

содержании в нем соматических клеток не является изученным в полной мере, что определило актуальность исследования.

Таким образом, целью данного исследования является выявление степени влияния количества соматических клеток на качественные показатели молока коз альпийской породы.

**Методика и объекты исследования.** Объектом исследования явились пробы молока коз альпийской породы КФХ «Былинкино» Московской области. Исследование проб молока проводилось на базе ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста на автоматическом анализаторе CombiFoss 7 DC (Дания) методами инфракрасной спектроскопии (MilkoScan) и проточной цитометрии (Fossomatic 7 DC) по следующим показателям: массовая доля жира (МДЖ), белка (МДБ), лактоза, казеин, жирные кислоты (миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, олеиновая). Было проанализировано 972 пробы молока, которые отбирали во время контрольных доений (с 2022 по 2023 год).

Пробы для сравнительного анализа были разделены на 4 группы (согласно подходу D. Schwarz и соавт. [5] в модификации для параметров коз) по количеству соматических клеток и их дифференциации: группа А ( $KCK \leq 500$  тыс. ед./см<sup>3</sup>,  $DKCK \leq 70\%$ ,  $n=139$ ), группа В ( $KCK \leq 500$  ед./см<sup>3</sup>,  $DKCK \geq 70\%$ ,  $n=251$ ), группа С ( $KCK \geq 500$  ед./см<sup>3</sup>,  $DKCK \leq 70\%$ ,  $n=8$ ), группа D ( $KCK \geq 500$  ед./см<sup>3</sup>,  $DKCK \geq 70\%$ ,  $n=502$ ). Для корреляционного анализа параметр ДКСК не учитывался, таким образом, группы образцов были следующие:  $KCK < 500$  тыс. ед./см<sup>3</sup>,  $KCK = 500-1000$  тыс. ед./см<sup>3</sup>,  $KCK > 1001$  тыс. ед./см<sup>3</sup>. Сравнительный и корреляционный анализ выполнялись в программе Microsoft Excel, достоверность разности рассчитывалась по критерию Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ полученных данных позволил установить различия по параметрам в группах проб А, В, С и D (таблица 1). В группе С ( $n=8$ ) обнаружено значительное увеличение некоторых показателей молока относительно всех других групп. Так, параметр массовой доли жира в группе А составил 4,99%, в то время как в группе С массовая доля жира равна 5,58% с разностью в 0,59% ( $p < 0,05$ ). Разница с группой В по параметру массовой доли жира еще существеннее: в группе В она достоверно ниже на 0,94% ( $p < 0,05$ ).

Таблица 1

**Распределение показателей состава молока коз альпийской породы в зависимости от числа соматических клеток и степени их дифференциации**

Показатели	Группа				t*				
	A (n=139)	B (n=251)	C (n=8)	D (n=502)	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>
МДЖ, %	4,99±0,11	4,64±0,07	5,58±0,90	4,98±0,06	**	*	*	**	**
МДБ (общий), %	3,16±0,03	3,19±0,02	3,59±0,18	3,40±0,02	**	*	-	**	**
Лактоза, мг/кг	4,46±0,02	4,39±0,01	4,36±0,17	4,38±0,01	**	-	*	**	-
Казеин, мг/кг	2,43±0,03	2,45±0,02	2,81±0,2	2,64±0,02	**	-	-	*	**
Миристиновая мг/кг	0,46±0,01	0,43±0,01	0,51±0,08	0,46±0,01	*	-	-	*	-
Пальмитиновая мг/кг	1,02±0,02	0,96±0,02	1,14±0,16	1,01±0,01	*	-	-	*	-
Стеариновая мг/кг	0,38±0,01	0,34±0,01	0,39±0,09	0,37±0,01	*	*	-	-	*
Олеиновая мг/кг	1,39±0,03	1,29±0,02	1,59±0,28	1,42±0,02	*	*	-	-	-
КСК ед./ см <sup>3</sup>	204,17±8,89	314,29±6,85	1063,88±287,48	1690,08±61,53	**	*	**	-	**
ДКСК, %	61,27±0,93	78,52±0,31	65,76±1,41	84,33±0,23	**	*	**	*	**

\*t – достоверность разности: t<sub>1</sub> между группами А и D, t<sub>2</sub> между группами В и С, t<sub>3</sub> между группами А и В, t<sub>4</sub> между группами А и С, t<sub>5</sub> между группами В и D.

\* - p<0,05; \*\* - p<0,01

Группы А и D имеют различную массовую долю белка, составившую 3,16% и 3,40% соответственно (p<0,01. Существенных различий нет в концентрации жирных кислот (миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, олеиновая).

Таблица 2

**Коэффициенты корреляции показателей молока в зависимости от количества соматических клеток**

Показатели	Корреляция (r)		
	<500 тыс. ед./см <sup>3</sup> , (группа1), n=390	500-1000 тыс. ед./см <sup>3</sup> , (группа2), n=233	>1001 тыс. ед./см <sup>3</sup> , (группа3), n=338
МДЖ - МДБ (общий)	0,15*	0,35*	0,33*
МДЖ-Лактоза	0,21*	-0,01	0,21*
МДЖ-Казеин	0,25*	0,43*	0,42*
МДЖ-Миристиновая ЖК	0,88	0,93	0,92
МДЖ-Пальмитиновая ЖК	0,89	0,94	0,92
МДЖ-Олеиновая ЖК	0,83*	0,84	0,86
МДЖ-Стеариновая ЖК	0,90	0,93	0,94
МДЖ – КСК	0,10	0,10	0,03*
МДЖ - ДКСК	-0,15*	-0,25*	-0,21
МДБ (общий) -Лактоза	0,02	0,08	0,002

МДБ (общий) - Казеин	0,99	0,99	0,99
----------------------	------	------	------

Продолжение таблицы 2

МДБ (общий) – Миристиновая ЖК	0,22*	0,41*	0,42
МДБ (общий) – Пальмитиновая ЖК	0,05**	0,30*	0,27*
МДБ (общий) – Олеиновая ЖК	-0,08	0,09	0,15*
МДБ (общий) – Стеариновая ЖК	0,11*	0,31	0,27*
МДБ (общий) – КСК	0,02*	0,18*	0,24*
МДБ (общий) – ДКСК	0,03	-0,02*	-0,14*
Лактоза – Казеин	0,10	0,12	0,08
Лактоза – Миристиновая ЖК	0,11	-0,08*	0,17
Лактоза – Пальмитиновая ЖК	0,11	-0,11	0,13
Лактоза – Олеиновая ЖК	0,30*	0,11*	0,27*
Лактоза – Стеариновая ЖК	0,27*	0,10	0,24*
Лактоза – КСК	-0,08*	-0,07	-0,28*
Лактоза – ДКСК	-0,06	0,04	-0,07
Казеин – Миристиновая ЖК	0,31*	0,49	0,50*
Казеин – Пальмитиновая ЖК	0,13*	0,38	0,35*
Казеин – Олеиновая ЖК	0,01*	0,17	0,23*
Казеин – Стеариновая ЖК	0,21*	0,39	0,36
Казеин – КСК	0,03*	0,18*	0,20*
Казеин – ДКСК	0,02	-0,02*	-0,16*
Миристиновая ЖК – Пальмитиновая ЖК	0,95	0,96	0,94
Миристиновая ЖК – Олеиновая ЖК	0,51*	0,63	0,64*
Миристиновая ЖК – Стеариновая ЖК	0,59*	0,74	0,74
Миристиновая ЖК – КСК	0,09	0,13*	0,04
Миристиновая ЖК – ДКСК	-0,13*	-0,18	-0,20*
Пальмитиновая ЖК – Стеариновая ЖК	0,59*	0,69	0,70*
Пальмитиновая ЖК – Олеиновая ЖК	0,63*	0,77	0,77*
Пальмитиновая ЖК – КСК	0,09	0,11	0,07
Пальмитиновая ЖК – ДКСК	-0,14*	-0,22	-0,17
Стеариновая ЖК – Олеиновая ЖК	0,93	0,92	0,93
Стеариновая ЖК – КСК	0,12*	0,04	0,02
Стеариновая ЖК – ДКСК	-0,14*	-0,25	-0,17
Олеиновая ЖК – КСК	0,10	0,07	0,03
Олеиновая ЖК – ДКСК	-0,14*	-0,27*	-0,18*

\* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$

Между группами В и D заметна разница по параметру казеина, которая составила 0,19% ( $p < 0,01$ ).

Корреляционный анализ данных (таблица 2) позволил установить, что в некоторых случаях связь между показателями усиливается с возрастанием количества соматических клеток. Так, между параметрами массовой доли жира и казеина связь возрастает от слабой (0,25) до средней степени (0,43) при количестве соматических клеток  $< 500$  тыс. ед./см<sup>3</sup> и от 500-1000 тыс. ед./см<sup>3</sup> соответственно ( $p < 0,05$ ). Эта же закономерность является справедливой для связи между параметрами массовой доли белка и казеина с миристиновой жирной кислотой.

Также следует отметить, что усиливается степень связи между различными видами жирных кислот с возрастанием соматических клеток. Связь между миристиновой, олеиновой и стеариновой жирными кислотами, а также между пальмитиновой и олеиновой жирными кислотами стабильно возрастает от группы к группе, переходя из средней в высокую положительную корреляционную связь.

Была замечена закономерность усиления слабой отрицательной корреляционной связи лактозы и количества соматических клеток при возрастании их числа. При КСК  $< 500$  тыс. ед./см<sup>3</sup> корреляция с лактозой составила -0,08, тогда как при КСК  $> 1001$  тыс. ед./см<sup>3</sup> коэффициент был равен -0,28 ( $p < 0,05$ ). Аналогичная ситуация отмечена в связи миристиновой жирной кислоты с ДКСК. В группе 1 корреляция равна -0,13, тогда как в группе 3 он составляет 0,20 ( $p < 0,05$ ).

**Выводы.** При проведении сравнительного анализа были выявлены общие закономерности влияния количества соматических клеток и степени их дифференциации на качественные показатели козьего молока. Обнаружено, что в группе С (КСК  $\geq 500$  ед./см<sup>3</sup>, ДКСК  $\leq 70\%$ ,  $n=8$ ) содержание массовой доли жира, белка, лактозы и казеина на порядок выше, чем в других группах. При этом в группе В (КСК  $\leq 500$  ед./см<sup>3</sup>, ДКСК  $\geq 70\%$   $n=251$ ) самым низким содержанием по сравнению с другими группами отличаются параметр массовой доли жира и все виды жирных кислот. Вероятно, что помимо количества соматических клеток в молоке, влияние на его показатели оказывает еще и дифференциация соматических клеток.

Корреляционный анализ также позволил установить, что характер связей между показателями меняется в зависимости от числа соматических клеток в молоке.

Таким образом, параметры КСК и ДКСК в некоторой степени влияют на состав козьего молока, что может отразиться на его качестве и технологических свойствах. Для более глубокого изучения данной темы будут проведены дальнейшие исследования.

### Библиографический список

1. Санников, М. Ю. Современные технологии в молочном козоводстве [Текст] / М. Ю. Санников // Известия ТСХА. – 2019. – Вып. 6. – С. 141-146.
2. Сафина, А.К., Гайнуллина, М.К. Молочное козоводство: значение, состояние и перспективы развития в России // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2022. – №2. – С. 208-212.
3. Молоко козье сырое. Технические условия. [Текст]: ГОСТ 32940 - 2014. Введ. 2016-01-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – IV, 9 с.: ил.
4. Дмитриева, Н. С. Качество кисломолочных напитков из молока с различным содержанием соматических клеток // Пищевая промышленность. – 2017. – №5. – С. 52-54.
5. Schwarz D., Lipkens Z., Piepers S., De Vliegher S. Investigation of differential somatic cell count as a potential new supplementary indicator to somatic cell count for identification of intra-mammary infection in dairy cows at the end of the lactation period // Preventive Veterinary Medicine. – 2020. – С. 172.