

А. Е. Болгов, И. П. Комлык, Н. В. Гришина, Л. С. Паталайнен

Возрастные и наследственные факторы изменчивости количества соматических клеток в молоке коров айрширской породы

Аннотация. Представлены результаты исследования по изучению влияния возраста коров и генотипа отцов айрширской породы на абсолютное (АКСК) и логарифмированное (оценка в баллах, БОКСК) количество соматических клеток в молоке (исследовано 24800 индивидуальных проб молока). Установлено, что в первую лактацию коровы отличаются минимальным КСК (106,4–103,2 тыс./см³). По мере взросления животных количество соматических клеток увеличивалось и достигало максимума в пятую лактацию и старше (326,5–413,2 тыс./см³), что в 3,1–3,8 раза больше, чем у первотелок. Наличие в стаде коров данного возраста можно рассматривать как фактор риска учащения воспалений вымени. Оценено наследственное влияние 36 быков на КСК в молоке дочерей (24362 теста). Величина абсолютного КСК у дочерей лучшего и худшего быка варьировала от 65 до 547 тыс./см³, логарифмированного (БОКСК) — от 1,260 до 3,789 балла. Эти различия указывают на существенное влияние генотипа отцов на содержание соматических клеток в молоке дочерей. По первой лактации коэффициент наследуемости балльной оценки КСК был относительно низкий, но достоверный ($h^2=0,0369$; $P<0,001$). При учете всех лактаций у дочерей величина h^2 этого признака довольно высокая (0,1267; $P<0,001$) и она согласуется с данными других исследователей. Коэффициент наследуемости абсолютного количества соматических клеток был намного меньше (0,0497), что подтверждает вывод о худшей пригодности АКСК для использования в селекции. По мере увеличения кратности тестирования в течение лактации величина h^2 показателей состава и свойств молока существенно повышалась. Представленные материалы показывают возможности использования балльной оценки КСК в селекции на повышение резистентности скота к маститу.

Ключевые слова: соматические клетки молока, резистентность к маститу, балльная оценка, наследуемость, айрширская порода.

Авторы:

Болгов Анатолий Ефремович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии, e-mail: bolg@petsu.ru;

Комлык Ирина Петровна — доцент кафедры зоотехнии, e-mail: irinakoml@rambler.ru;

Гришина Наталья Владимировна — доцент кафедры зоотехнии, e-mail: grishina@petsu.ru;

Паталайнен Людмила Сергеевна — соискатель кафедры зоотехнии, e-mail: lysay.87@mail.ru.

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»; 185910, Россия, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33.

Введение. Важнейшим показателем качества молока и здоровья вымени коров является количество соматических клеток (КСК). За последние годы проведены обширные исследования по выяснению структуры, динамики, изменчивости, желательного уровня КСК, доказательств статуса КСК как индикатора заболеваемости коров маститом, влияния его на удои, состав и свойства молока [1–7].

Доказано, что КСК в молоке является объективным мерилем уровня воспалительных процессов в вымени, биологического загрязнения, безопасности и качества молока как отдельных коров, так и сборных партий. Это позволяет осуществлять оперативный контроль за здоровьем выме-

ни, качеством молочного сырья при сдаче и приемке его на перерабатывающие предприятия.

По отечественным нормам допускается наличие соматических клеток в молоке до 200 тыс./см³ [8–9]. Такой же уровень КСК предусматривают и европейские стандарты [10].

Что касается возможностей использования количества соматических клеток в молоке как селекционного признака, то здесь ситуация сложнее. Показано, что очень высокая изменчивость КСК, несоответствие распределения коров по этому признаку критериям нормального распределения обуславливают непригодность использования абсолютного КСК для селекционных операций и отбора животных [11, 12]. Трансформация АКСК

в баллы (БОКСК) на основе двоичного логарифма позволяет избежать этих трудностей и получить биометрически корректный селекционный признак.

Однако факторы изменчивости, паратипичская, физиологическая, наследственная основа вариабельности КСК и особенно БОКСК всё ещё изучены недостаточно и нуждаются в дальнейших исследованиях.

Цель исследования: изучить влияние возраста коров и наследственности отцов на количество соматических клеток в молоке.

Материалы и методы исследования. По результатам ежемесячных контрольных доек три года подряд (2016–2018 гг.) исследовали 24800 индивидуальных проб молока коров айрширской породы племенного завода «Мегрега», Республика Карелия. Продуктивность коров за лактацию около 8300 кг молока. Количество соматических клеток определяли методом инфракрасной спектрометрии. В молоке учитывали абсолютное количество соматических клеток в тыс./см³ (АКСК) и логарифмированное в баллах (БОКСК). Биометрическая обработка данных проведена с использованием Excel. Коэффициенты наследуемости признаков определяли дисперсионным методом.

Интерпретация полученных результатов базировалась на отнесении особей с меньшим количеством соматических клеток в молоке к желательным животным, менее склонным к риску воспалений вымени, а с большим КСК — к животным, более предрасположенным к маститу.

Результаты и обсуждение.

Влияние возраста коров на КСК. В целом айрширское стадо отличается невысоким АКСК в молоке на протяжении трех лет — 175,7–198,8 тыс./см³ (табл. 1).

Минимальное АКСК зафиксировано у коров в возрасте первой лактации — 106,4–103,2 тыс./см³. Низкий уровень КСК в молоке коров обсле-

дованного стада указывает на высокую культуру ведения животноводства, обслуживания, действенный иммунитет животных и, возможно, на повышенную концентрацию генов резистентности к маститу. В последующем, у коров старшего возраста, КСК интенсивно нарастало и достигало максимума в пятую лактацию и старше (326,5–413,2 тыс./см³), что в 3,1–3,8 раза больше, чем у первотелок. Использование коров в возрасте 5–й лактации и старше можно рассматривать как фактор резкого увеличения КСК, снижения качества молока и доходности при его реализации.

Влияние генотипа быка на КСК в молоке дочерей. Для оценки влияния наследственности на КСК обработана информация по 24362 тестам у дочерей 36 быков. На каждого быка приходилось 676 оценок КСК в молоке его потомков. В целом по всей выборке зарегистрировано типичное для данного стада невысокое содержание клеток — 185 тыс./см³ (табл. 2). Имеющий наибольшее селекционное значение показатель балльной оценки КСК был также невысок — 2,114 балла. Абсолютное КСК в молоке характеризуется очень высокой изменчивостью (311%), что является отражением больших различий в восприимчивости разных коров к воспалительным процессам в вымени. Вариабельность КСК, оцененное в баллах, намного ниже — 93%. Величина АКСК в молоке дочерей лучшего быка (Завиток 404) составила 65 тыс./см³, худшего (Тахо 3757/200) — 547 тыс./см³, при балльной оценке — 1,260 и 3,789 балла соответственно. Эти различия указывают на существенное влияние генотипа отцов на содержание соматических клеток в молоке дочерей ($P < 0,001$).

Коэффициенты наследуемости признаков. Для оценки степени влияния генотипа быков на КСК были вычислены дисперсионным методом коэффициенты наследуемости. По данным [13], количество соматических клеток в молоке характеризуется довольно высокой наследуемостью ($h^2 = 10–15\%$).

Таблица 1. Влияние возраста коров на количество соматических клеток в молоке (тыс./см³)

Лактация по счету	Год тестирования					
	2016		2017		2018	
	n*	$\bar{X} \pm m$	n	$\bar{X} \pm m$	n	$\bar{X} \pm m$
Первая	2467	109,2±7,4	3535	108,3±6,3	1819	106,4±8,3
Вторая	1969	136,5±9,3	3263	156,0±8,2	1458	154,1±12,2
Третья	1277	193,0±13,6	2078	208,0±13,4	1098	204,8±18,1
Четвертая	1104	228,4±17,3	1297	323,8±24,1	614	245,6±26,4
Пятая и старше	947	397,2±31,0	1300	413,2±29,2	548	326,5±34,7
По всей выборке	7786	182,0±6,2	11473	198,8±5,9	5537	175,7±7,2

n* — тестировано проб молока

Наши расчеты проведены с учетом возраста дочерей. По первой лактации (21 бык, 4718 тестов у дочерей) генетическое разнообразие между быками по балльной оценке КСК было относительно низким, но достоверным ($h^2=0,0369$; $P<0,001$). При учете всех лактаций у дочерей генетическая изменчивость по быкам в отношении БОКСК была высокая (табл. 3) — $h^2=0,1267$ ($P<0,001$).

Примерно такая же величина h^2 КСК и устойчивости к маститу (0,10–0,20) получена в других исследованиях [14, 15]. Наши данные о низкой наследуемости БОКСК по первой лактации и повышении ее при оценке в последующие лактации подтверждаются другими авторами [16, 17].

Следует отметить, что в нашем исследовании коэффициент наследуемости абсолютного количества соматических клеток (АКСК) был мно-

Таблица 2. Количество соматических клеток в молоке коров-дочерей разных быков

Бык	Число тестов у дочерей	АКСК, тыс./см³		БОКСК, балл		
		$\bar{X} \pm m$	Cv, %	$\bar{X} \pm m$	Cv, %	Ранг
Лучшие 5 быков						
Завиток 404	174	65±10	203	1,260±0,125	131	1
Рокстар 100680	225	66±8	182	1,425±0,104	109	2
Оливер 431	163	138±40	368	1,475±0,143	124	3
Президент 956	180	86±17	269	1,521±0,113	100	4
Анатоли 711	1221	118±11	341	1,714±0,050	103	5
Худшие 5 быков						
Умар 669	555	332±36	260	2,841±0,094	78	32
Хууго 188/486	417	329±40	249	2,936±0,106	74	33
Сафьян 10365	118	474±93	213	3,403±0,211	67	34
Лорви 147	102	403±80	202	3,720±0,188	51	35
Тахо 3757/200	63	547±150	218	3,789±0,256	53	36
По всем быкам	24362	185±4	311	2,114±0,013	93	

Таблица 3. Коэффициенты наследуемости количества соматических клеток в молоке (36 быков, 24362 теста на клетки)

Способ учета КСК в молоке	h^2	F	P
Абсолютное КСК	0,0497	9,62	<0,001
Оценка в баллах (БОКСК)	0,1267	23,14	<0,001

Таблица 4. Коэффициенты наследуемости признаков молока в зависимости от кратности тестирования (1-я лактация, 2015–2017 гг.)

Признаки	Кратность тестирования коров в течение лактации			
	одно тестирование и более (19 быков, 1147 тестов у дочерей)	три и более тестирований (18 быков, 850 тестов у дочерей)	пять и более тестирований (15 быков, 586 тестов у дочерей)	
	h^2	h^2	X	h^2
Жир, %	0,172***	0,290***	3,85	0,467***
Белок, %	0,199***	0,293***	3,28	0,506***
Лактоза, %	0,164***	0,257***	4,84	0,254***
СВ, %	0,171***	0,128***	12,53	0,299***
СОМО, %	0,193***	0,054	8,76	0,104 **
Мочевина, мг %	0,222***	0,367***	30,07	0,496***

Примечание: СВ — сухое вещество, СОМО — сухой обезжиренный молочный остаток.

*** $P<0,01$

го ниже, чем h^2 БОКСК — 0,0497 против 0,1267 (табл. 3). Это указывает на меньшую наследственную обусловленность данного показателя и худшую пригодность его использования в селекции.

В процессе работы оценивали на основе h^2 степень генетического разнообразия между быками по другим показателям состава и свойств молока в зависимости от кратности тестирования в течение первой лактации (табл. 4). По мере увеличения кратности анализа проб молока с одного до пяти раз и более за лактацию коэффициенты наследуемости признаков, за исключением СОМО, существенно повышались. Наиболее высокими h^2 отличались жир (0,467), белок (0,506), мочевина (0,496).

Выводы. Количество соматических клеток в молоке подвержено сильному влиянию возраста коров. По мере взросления коров КСК в молоке интенсивно увеличивается. Наличие в стаде коров в возрасте 5-й лактации и старше можно рассматривать как фактор риска учащения воспалений вымени. Генотип быка оказывает существенное влияние на содержание соматических клеток в молоке дочерей. Логарифмированное КСК (оценка в баллах) отличается довольно высокой наследуемостью ($h^2=0,1267$), что создает условия для проведения селекции на повышение резистентности скота к маститу. Для более объективного и точного выявления генетического разнообразия производителей по составу и свойствам молока целесообразно тестировать дочерей не менее 5-ти раз на протяжении лактации.

Литература

1. De Vlieghe S. Impact of early lactation somatic cell count in heifers on somatic cell counts over the first lactation / S. De Vlieghe, H. W. Barkema, H. Stryhn, G. Opsomer, A. de Kruif // J. Dairy Sci. — 2005. — Vol. 88, 3. — P. 938–947.
2. Dürr J. W. Milk losses associated with somatic cell counts per breed, parity and stage of lactation in Canadian dairy cattle / J. W. Dürr, R. I. Cue, H. G. Monardes, J. Moro-Vendezb, K. M. Wade // Livestock Science. — 2008. — № 117. — P. 225–232.
3. Norman H. D. Consequence of alternative standards for bulk tank somatic cell count of dairy herds in the United States / H. D. Norman, J. E. Lombard, J. R. Wright, C. A. Kopral, J. M. Rodriguez, R. H. Miller // J. Dairy Sci. — 2011. — Vol. 94, 12. — P. 6243–6256.
4. Hand K. J. Milk production and somatic cell counts: a cow-level analysis / K. J. Hand, A. Godkin, D. F. Kelton // J. Dairy Sci. — 2012. — Vol. 95, 3. — P. 1358–1362.
5. More S. J. The effect of somatic cell count data adjustment and interpretation, as outlined in European Union legislation, on herd eligibility to supply raw milk for processing of dairy products / S. J. More, T. A. Clegg, P. J. Lynch, L. O'Grady // J. Dairy Sci. — 2013. — Vol. 96 (6). — P. 3671–3681.
6. Boland F. Investigating a dilution effect between somatic cell count and milk yield and estimating milk production losses in Irish dairy cattle / F. Boland, L. O'Grady, S. J. More // J. Dairy Sci. — 2013. — Vol. 96, 3 — P. 1477–1484.
7. Mijić P. Relationship between various phases of milk flow at mechanical milking system and the somatic cell count in cow's milk / P. Mijić, I. M. Domaćinović, A. Ivanković, Z. Ivkić // J. Anim. Feed Sci. — 2005. — Vol. 14(3) — P. 483–490.
8. Колчев А. Влияние концентрации соматических клеток на качественные и технологические свойства молока / А. Колчев, О. Сыманович // Главный зоотехник. — 2010. — № 3. — С. 27–30.
9. Самарина Е. А. Влияние полноценного кормления на качество молока / Е. А. Самарина // Клевера Нечерноземья. Сайт Кировского областного государственного бюджетного учреждения «Центр сельскохозяйственного консультирования «Клевера России»/ 06.11.2011. [Электронный ресурс]. URL: http://kleverkirov.ru/index.php?option=com_content&Itemid=82&catid=93&id=565&lang=ru&limitstart=1&view=article — (02.04.2019).
10. Кузнецов А. О технологических свойствах молока / А. Кузнецов, С. Кузнецов // Молочное и мясное скотоводство. — 2010 — № 2. — С. 5–7.
11. Ali K. A. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk / K. A. Ali, G. E. Shook // J. Dairy Sci. — 1980. — Vol. 63. — P. 487–490.
12. Болгов А. Е. Метод отбора коров и быков на резистентность к маститу по количеству соматических клеток в молоке / А.Е. Болгов, И. П. Комлык, Н. В. Гришина // Генетика и разведение животных. — 2018. — №2. — С. 123–128.

13. Pösö J. Finland. The pioneer of the recording and breeding for health traits / J. Pösö // Presentation summary. Word Ayrshire Congress 2008. Finland. Seminar 2. — 2 p.
14. Карманова Е. П. Наследование резистентности к маститу у молочного скота / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов // Генетика. — 1979. — Т. 15. — №7. — С. 1298–1303.
15. Эрнст Л. К. Итоги и перспективы научных исследований по генетической устойчивости сельскохозяйственных животных к заболеваниям / Л. К. Эрнст, Д. В. Карликов // Генетическая устойчивость с.-х. животных к заболеваниям. М.: ВНИИПлем, 1983. — Вып. 3. — С. 3–4.
16. Lindström U. B. Use of field records in breeding for mastitis resistance in dairy cattle / U. B. Lindström, J. Syväjärvi // Livestock Production Science. — 1978. — V. 5,1. — P. 29–44.
17. Heuven H. Inheritance of somatic cell count and genetic relationship with milk yield in different parities / H. Heuven, H. Bovenhuis, R. Politiek // Livestock Production Science. — 1988. — V. 18, 2. — P. 115–127.

Bolgov A., Komlyk I., Grishina N., Patalainen L.

Age and hereditary factors of somatic cells number variability in milk of Ayrshire cows

Abstract. *The results of the study on the influence of cows age and the genotype of Ayrshire sires on the absolute (ANSC) and logarithmic (scoring estimation, SENSC) number of somatic cells in milk (24,800 individual milk samples were tested) are presented. It is established, that cows have a minimum NSC (106.4–103.2 thousand / cm³) in the first lactation. As animals mature, the number of somatic cells increased and reached a maximum in the fifth lactation and older (326.5–413.2 thousand / cm³), that is 3.1–3.8 times more than that of first-calving cows. The presence of cows of a given age in a herd can be a risk factor for increased udder inflammation. The hereditary effect of 36 bulls on NSC in milk of daughters was evaluated (24362 tests). The absolute value of ANSC for the daughters of the best and worst bull varied from 65 to 547 thousand / cm³, logarithmized (SE-NSC) — from 1,260 to 3,789 points. These differences indicate a significant effect of the fathers' genotype of on somatic cells content in milk of daughters. In the first lactation, the heritability coefficient of the NSC scoring was relatively low, but reliable ($h^2 = 0.0369$; $P < 0.001$). The value of h^2 for this trait is rather high when taking into account all lactations of daughters (0.1267; $P < 0.001$) and it agrees with the data of other researchers. The heritability coefficient of the absolute number of somatic cells was much lower (0.0497), what confirms the conclusion about the worst suitability of ANSC for use in breeding. With an increase in the multiplicity of testing during lactation, the h^2 value for the indicators of content and milk properties increased significantly. The presented materials show the possibilities of using the NSC scoring in breeding for increasing the resistance of cattle to mastitis.*

Key words: somatic cells of milk, resistance to mastitis, scoring estimation, heritability, Ayrshire breed.

Authors:

Bolgov A. — Dr. Habil. (Agr. Sci.), Professor; e-mail: bolg@petsu.ru;

Komlyk I. — PhD (Agr. Sci.), Ass. Professor; e-mail: irinakoml@rambler.ru;

Grishina N. — PhD (Agr. Sci.), Ass. Professor; e-mail: grishina@petsu.ru;

Patalainen L. — Applicant, e-mail: lysay.87@mail.ru.

Petrozavodsk State University; 185910, Republic of Karelia, Petrozavodsk, Lenin St., 33,

References

1. De Vliegher S. Impact of early lactation somatic cell count in heifers on somatic cell counts over the first lactation / S. De Vliegher, H. W. Barkema, H. Stryhn, G. Opsomer, A. de Kruif // J. Dairy Sci. — 2005. — Vol. 88, 3. — P. 938–947.
2. Dürr J. W. Milk losses associated with somatic cell counts per breed, parity and stage of lactation in Canadian dairy cattle / J. W. Dürr, R. I. Cue, H. G. Monardes, J. Moro-Vendezb, K. M. Wade // Livestock Science. — 2008. — № 117. — P. 225–232.
3. Norman H. D. Consequence of alternative standards for bulk tank somatic cell count of dairy herds in the United States / H. D. Norman, J. E. Lombard, J. R. Wright, C. A. Kopral, J. M. Rodriguez, R. H. Miller // J. Dairy Sci. — 2011. — Vol. 94, 12. — P. 6243–6256.
4. Hand K. J. Milk production and somatic cell counts: a cow-level analysis / K. J. Hand, A. Godkin, D. F. Kelton // J. Dairy Sci. — 2012. — Vol. 95, 3. — P. 1358–1362.
5. More S. J. The effect of somatic cell count data adjustment and interpretation, as outlined in European Union legislation, on herd eligibility to supply raw milk for processing of dairy products / S. J. More, T. A. Clegg, P. J. Lynch, L. O'Grady // J. Dairy Sci. — 2013. — Vol. 96 (6). — P. 3671–3681.
6. Boland F. Investigating a dilution effect between somatic cell count and milk yield and estimating milk production losses in Irish dairy cattle / F. Boland, L. O'Grady, S. J. More // J. Dairy Sci. — 2013. — Vol. 96, 3. — P. 1477–1484.
7. Mijić P. Relationship between various phases of milk flow at mechanical milking system and the somatic cell count in cow's milk / P. Mijić, I. M. Domaćinović, A. Ivanković, Z. Ivkić // J. Anim. Feed Sci. — 2005. — Vol. 14(3) — P. 483–490.
8. Kolchev A., Vliyanie koncentratsii somaticheskikh kletok na kachestvennye i tehnologicheskie svoystva moloka / A. Kolchev, O. Symanovich // Glavnyy zootekhnik. — 2010. — № 3. — P. 27–30.
9. Samarina E. A. Vliyanie polnotsennogo kormleniya na kachestvo moloka / E. A. Samarina // Klevera Nechernozem'ya. Sayit Kirovskogo oblastnogo gosudarstvennogo budzhethnogo uchrezhdeniya «Centr sel'skokhozyaistvennogo konsul'tirovaniya «Klevera Rossii» / 06.11.2011. URL: <http://kleverkirov.ru/> — (02.04.2019).
10. Kuznecov A. O tekhnologicheskikh svoystvakh moloka / A. Kuznecov, S. Kuznecov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. — 2010 — № 2. — P. 5–7.
11. Ali K. A. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk / K. A. Ali, G. E. Shook // J. Dairy Sci. — 1980. — Vol. 63. — P. 487–490.
12. Bolgov A. E. Metod otbora korov i bykov na rezistentnost' k mastitu po kolichestvu somaticheskikh kletok v moloke / A. E. Bolgov, I. P. Komlyk, N. V. Grishina. // Genetika i razvedenie zhivotnyh. — 2018. — № 2. — P. 123–128.
13. Pösö J. Finland. The pioneer of the recording and breeding for health traits / J. Pösö // Presentation summary. Word Ayrshire Congress 2008. Finland. Seminar 2. — 2 p.
14. Karmanova E. P. Nasledovanie rezistentnosti k mastitu u molochnoho skota / E. P. Karmanova, A. E. Bolgov // Genetika. — 1979. — T. 15. — № 7. — P. 1298–1303.
15. Ernst L. K. Itogi i perspektivy nauchnyh issledovaniy po geneticheskoy ustojchivosti sel'skokhozyajstvennyh zhivotnyh k zabolevaniyam / L. K. Ernst, D. V. Karlikov // geneticheskaya ustojchivost' s.-h. zhivotnyh k zabolevaniyam. M.: VNIIPlem, 1983. — V. 3. — P. 3–4.
16. Lindström U. B. Use of field records in breeding for mastitis resistance in dairy cattle / U. B. Lindström, J. Syväjärvi // Livestock Production Science. — 1978. — V. 5,1. — P. 29–44.
17. Heuven H. Inheritance of somatic cell count and genetic relationship with milk yield in different parities / H. Heuven, H. Bovenhuis, R. Politiek // Livestock Production Science. — 1988. — V. 18, 2. — P. 115–127.