

Краткие сообщения

УДК 636.2.034:547.963.2:[575.174.015.3+637.13

doi: 10.15389/agrobiolgy.2013.6.123rus

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА κ -КАЗЕИНА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА У КОРОВ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ**Г.М. ГОНЧАРЕНКО¹, Т.С. ГОРЯЧЕВА¹, Н.С. МЕДВЕДЕВА²**

В четырех хозяйствах Республики Алтай у коров симментальской породы (394 особи, 2-й отел и старше) выявлен полиморфизм гена κ -казеина. Частота желательного генотипа ВВ по стадам находилась в пределах 7,2-16,7 %. У коров с таким генотипом в молоке содержалось на 0,06-0,43 % больше белка, чем у особей с другими генотипами, это молоко характеризовалось термоустойчивостью, улучшенными показателями по алкогольной пробе, имело более высокие технологические сыродельческие свойства сгустка. Кроме того, молоко симментальских коров оказалось богаче калием, железом, марганцем, цинком по сравнению с молоком голштинизированных черно-пестрых коров.

Ключевые слова: κ -казеин, симментальская порода, общий белок, казеин, сыропригодность.

Рынок производства молочных продуктов, особенно сыров твердых сортов, предъявляет требования к качественному составу молока, в частности к содержанию в нем белка. Для эффективной селекции на повышение количества белка в молоке используются современные генетические и биотехнологические методы, в частности молекулярно-генетический анализ, позволяющий выявить полиморфизм генов белков молока (1, 2). Установлена положительная связь генотипа ВВ по локусу κ -казеина с белковомолочностью и технологическими сыродельческими свойствами молока коров. В-аллельный вариант κ -казеина определяет наиболее короткое время коагуляции и затвердевания сгустка и соответствует лучшей его консистенции и композиции при изготовлении твердых сыров (3, 4). Влияние аллельного варианта В гена κ -казеина на продолжительность свертывания молока под действием сычужного фермента проявляется независимо от породы животных (5). Доля молока с плотным состоянием сгустка у гомозиготных коров с генотипом ВВ составляет 100 %, у гетерозигот АВ — лишь 51,8 % (6).

Нашей целью было изучение химического состава молока у коров симментальской породы, выявление полиморфизма гена κ -казеина и оценка его влияния на технологические свойства и сыропригодность молока.

Методика. Исследования провели в 2010-2011 годах на 394 коровах симментальской породы 2-го отела и старше в хозяйствах Республики Алтай: ФГУП «Алтайское экспериментальное сельское хозяйство Сибирского отделения академии наук» (ФГУП АЭСХ СО РАН), ОПХ «Чуйское», СПК ПКЗ «Амурский», ОАО «Оленевод». Содержание коров в зимний период стойловое, летом — выгульное с выпасом на альпийских лугах. Зимний рацион включал 17,5 % сена, 57,5 % сочных кормов, 25,0 % концентрированных кормов.

ДНК выделяли из крови животных по методике, разработанной в лаборатории «Медиген» (г. Новосибирск). Полиморфизма гена κ -казеина анализировали согласно описанию в методических рекомендациях (2).

Учитывали молочную продуктивность коров (удой, жирно- и белковомолочность) в зависимости от генотипа по гену κ -казеина. Содержание белка в молоке оценивали по методу Кьельдаля, жира — на экстракторе Сокслета по общепринятым методикам. Химический состав молока (основные химические показатели, а также содержание аминокислот, ви-

таминов, микро- и макроэлементов) изучали общепринятыми методами. Термоустойчивость молока определяли по алкогольной пробе (ГОСТ 25228-82). Для характеристики сыропригодности использовали сычужную пробу (ГОСТ 9225-84). Изучали показатели качества молока в связи с сыропригодностью при изготовлении опытных образцов сыра (сорт «Витязь»).

Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel по стандартным методикам (7).

Результаты. Данные по химическому составу молока, полученного от животных в хозяйствах Республики Алтай, где практикуется длительное пастбищное содержание (табл. 1), мы сравнили с аналогичными показателями у голштинизированных коров, находящихся в условиях промышленного комплекса на равнинной местности, приведенными в специальной литературе (8). Оказалось, что молоко симментальских коров содержало больше белка, было богаче калием, железом, марганцем и цинком по сравнению с молоком голштинизированных животных.

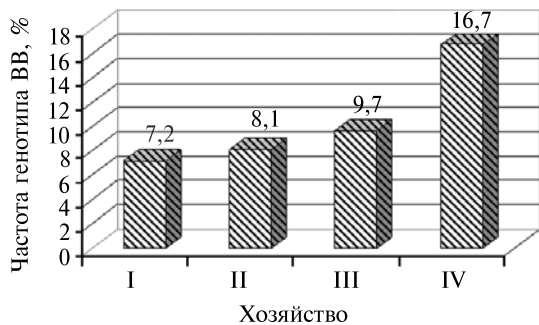
1. Химический состав молока, полученного от коров симментальской породы в хозяйствах Республики Алтай, а также от голштинизированного черно-пестрого скота ($M \pm m$, 2010-2011 годы)

Показатель	СПК КПЗ «Амур» ($n = 11$)	ФГУП АЭСХ СО РАН ($n = 9$)	Голштинизированный черно-пестрый скот
Сырой жир, %	3,25±0,23	3,84±0,16	3,65
Белок, %	3,39±0,08	3,66±0,09	3,25
Плотность	1,025±0,001	1,027±0,001	1,03
Сырая зола, %	0,75±0,04	0,83±0,01	0,67
Сахар, %	2,86±0,04	3,07±0,06	–
Кальций, %	0,16±0,01	0,16±0,01	0,11
Фосфор, %	0,14±0,01	0,13±0,01	0,10
Аминокислоты, г/л:			
треонин	0,10±0,01	0,08±0,01	–
серин	0,07±0,01	0,07±0,01	–
глицин	0,08±0,01	0,07±0,01	–
аланин	0,06±0,01	0,05±0,01	–
валин	0,13±0,01	0,11±0,01	–
метионин	0,08±0,01	0,07±0,01	–
глутамин	0,31±0,02	0,26±0,01	–
пролин	0,18±0,02	0,15±0,01	–
фенилаланин	0,15±0,01	0,13±0,01	–
лизин	0,22±0,02	0,20±0,01	–
аргинин	0,11±0,01	0,10±0,01	–
Витамины:			
А, МЕ	1018,0±58,24	1048,7±20,94	–
Д, МЕ	10,22±0,57	10,50±0,20	–
Е, мг/л	0,91±0,04	0,87±0,02	–
В ₁ , мг/л	0,33±0,03	0,26±0,01	–
В ₂ , мг/л	1,09±0,08	0,87±0,02	–
В ₃ , мг/л	3,68±0,22	3,80±0,08	–
В ₅ , мг/л	1,25±0,08	1,29±0,03	–
В ₆ , мг/л	0,63±0,29	0,35±0,01	–
В ₁₂ , мг/л	4,46±0,19	4,37±0,09	–
Макро- и микроэлементы:			
калий, г/кг	1,76±0,05	1,76±0,03	1,15
натрий, г/кг	0,58±0,05	0,54±0,04	0,40
магний, г/кг	0,15±0,01	0,19±0,01	0,12
железо, мг/кг	4,11±0,70	3,40±0,50	2,25
марганец, мг/кг	0,16±0,04	0,18±0,04	0,09
медь, мг/кг	0,30±0,00	0,21±0,02	0,29
цинк, мг/кг	3,97±0,16	3,98±0,23	3,08

Примечание. Показатели для голштинизированного черно-пестрого молочного скота приведены по данным Х.В. Загитова и Б.А. Скуковского (8). Прочерки означают, что показатель не определяли.

Частота генотипа ВВ по κ-казеину колебалась у животных из разных хозяйств от 7,2 до 16,7 % (рис.).

Анализ молочной продуктивности у коров из ОАО «Оленевод» и СПК КПЗ «Амурский» выявил некоторое преимущество животных с ВВ генотипом κ-казеина по содержанию белка в молоке (табл. 2).



Частота генотипа ВВ по κ-казеину у коров симментальской породы в хозяйствах Республики Алтай: 1 — ОПХ «Чуйское» ($n = 112$), 2 — СПК ПКЗ «Амурский» ($n = 50$), 3 — ФГУП АЭСХ СО РАН ($n = 124$), 4 — ОАО «Оленевод» ($n = 108$) (Республика Алтай, 2010-2011 годы).

с разными генотипами существенной разницы не установили. Молоко от коров с ВВ-генотипом по κ-казеину было термоустойчивее и имело показатель алкогольной пробы 78-80 %.

2. Молочная продуктивность у коров симментальской породы с разным генотипом по локусу κ-казеина ($M \pm m$, Республика Алтай, 2010-2011 годы)

Генотип	n	Удой, кг	Содержание, %		Выход, кг	
			белка	жира	белка	жира
О О О «О л е н е в о д»						
AA	18	3957±209,0	3,06±0,01	3,9±0,01	121,1±6,4	155,2±8,3
AB	20	4098±173,0	3,16±0,01	3,9±0,01	129,5±5,7	160,0±6,8
BB	10	3789±176,0	3,22±0,01	4,0±0,02	122,1±5,7	150,8±6,5
С П К П К З «А м у р с к и й»						
AA	28	2783±51,5	3,01±0,01	4,0±0,03	83,9±1,6	111,7±2,1
AB	18	2738±73,8	3,14±0,02	4,1±0,02	86,0±2,4	111,5±3,0
BB	4	2512±150,0	3,44±0,19	4,2±0,06	85,7±3,8	104,3±6,9

3. Качественный состав молока у коров симментальской породы с разными генотипами по κ-казеину ($n = 15$, ОАО «Оленевод», Республика Алтай, 2011 год)

Генотип	Массовая доля жира, %	Общий белок, %	Казеин, %	Отношение казеин/белок, %
AA	4,8	2,88	2,18	75,7
AB	4,4	3,18	2,53	79,6
BB	4,2	2,86	2,31	80,8

Изучение качественных характеристик молока в связи с его сыропригодностью показало, что у коров с генотипом ВВ по κ-казеину количество жира в молоке было немного ниже, чем у особей с другими вариантами этого гена (табл. 3). Доля казеина оказалась наибольшей в молоке от коров с генотипом АВ, однако соотношение между содержанием казеина и белка было выше у коров с генотипом ВВ.

При исследовании ферментативной (сычужной) свертываемости сырого молока у коров с генотипом АА сгусток по качеству был удовлетворительным, плотным, но слишком нежным, даже легким, немного всплывал (по аналогии с творожным сгустком), сгусток из молока от коров с генотипом АВ характеризовался как хороший, в меру плотный и почти не всплывал. Лучший сгусток получили из молока от коров с генотипом ВВ: он оказался плотным, раскалываясь, образовывал острые края с выделением прозрачной жидкости. Из экспериментальных образцов сыра сорта «Витязь» после 30-суточного созревания лучшими вкусовыми характеристиками, согласно оценке комиссии по дегустации, обладали те, которые были приготовлены из молока коров с ВВ-генотипом по κ-казеину. Однако на качество готового продукта и технологический процесс выработки натурального полутвердого сычужного сыра повышенное содержание жира

Сопоставление удоя у коров показало, что наиболее продуктивные животные имели генотипы АА и АВ. В то же время в ОАО «Оленевод» содержание белка в молоке у коров с генотипом ВВ было на 0,06-0,16 % выше, чем у животных с генотипами АВ и АА, а в СПК ПКЗ «Амурский» — на 0,43 % выше, чем у имеющих генотип АА ($p < 0,001$).

При оценке общей свертываемости молока и объема отделяемой сыворотки у коров

оказало негативное влияние.

Таким образом, в стадах коров симментальской породы выявлена частота желательного генотипа ВВ по κ-казеину (7,2-16,7 %) и установлено его влияние на сыропригодность молока. При этом генотипе по сравнению с другими молоко характеризуется более высоким содержанием белка, термоустойчивостью, лучшими показателями алкогольной пробы и имеет более высокие технологические свойства сгустка и вкусовые качества.

Авторы благодарят сотрудников Сибирского НИИ сыроделия (г. Барнаул) за помощь в оценке качественного состава и сыропригодности молока.

¹ГНУ Сибирский НИИ животноводства Россельхозакадемии,
630501 Россия, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, пос. Краснообск,
e-mail: sibniptij@ngs.ru;

Поступила в редакцию
27 августа 2012 года

²ГНУ Горно-Алтайский НИИ сельского хозяйства

Россельхозакадемии,
649100 Россия, Республика Алтай, Майминский р-н, с. Майма, ул. Катунская, 2,
e-mail: ganiish@mail.ru

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2013, № 6, pp. 123-126

κ-CASEIN GENE POLYMORPHISM AND MILK TECHNOLOGICAL PARAMETERS IN SYMMENTAL COWS FROM THE ALTAI REPUBLIC

G.M. Goncharenko¹, T.S. Goryacheva¹, N.S. Medvedeva²

¹Siberian Research Institute of Animal Husbandry, Russian Academy of Agricultural Sciences, pos. Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Novosibirsk Province, 630501 Russia, e-mail sibniptij@ngs.ru;

²Gorno-Altai Research Institute of Agriculture, Russian Academy of Agricultural Sciences, 2, ul. Katunskaya, s. Mayma, Mayminskii Region, Altai Republic, 649100 Russia, e-mail ganiish@mail.ru
Received August 27, 2012 doi: 10.15389/agrobiology.2013.6.123eng

Abstract

At four cattle farms, a frequency of AA, AB and BB genotype on κ-casein gene was tested among 394 Simmental cows of the second calving and older. The desired BB genotype frequency was shown to vary from 7.2 to 16.7 %. In milk of the cows of that genotype, protein content was up to 0.06-0.43 % as compared with other individuals. This milk was also heat stable and had the better indices in alcohol test and the higher technological properties for cheese making. Moreover, the milk of Simmental cows was enriched with potassium, iron, manganese, and zinc as compared to the milk of cows in the Black-and-White to Golshtin crosses.

Keywords: κ-casein, Simmental breed, common protein, casein, cheese-suitability.

REFERENCES

1. Konovalova E.N., L'vina O.A., Strel'tsov V.I., Zinov'eva N.A. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*, 2007, 6: 35-40.
2. Zinovieva N.A., Gladyr' E.A., Kostyunina O.V. *DNK-diyagnostika polimorfizma genov belkov moloka krupnogo rogatogo skota. Metody issledovaniy v biotekhnologii sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh: materialy shkoly-praktikuma [DNA-test for milk protein genes polymorphism in cattle]*. Dubrovitsy, 2004.
3. Akhmetov T.M. *Materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sovremen-nye tekhnologicheskie i selektsionnye aspekty razvitiya zhivotnovodstva Rossii» [Modern technologies and breeding aspects of animal husbandry development in Russia (Proc. III Int. Conf.)]*. Dubrovitsy, 2005: 174-177.
4. Iolchev B., Levina G., Minosyan T., Kondrakhin V., Nikol'skaya L. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2003, 5: 34-35.
5. Soloshenko V.A., Goncharenko G.M., Akulich E.G., Grishina N.B., Goryacheva T.S., Kononenko E.V. *Povyshenie belkovomolochnosti krupnogo rogatogo skota s ispol'zovaniem molekulyarno-geneticheskikh markerov: metod. rekom [Increase of milk proteins content in cattle using genetic markers]*. Novosibirsk, 2011.
6. Tinaev A.SH., Kalashnikova L.A., Adzhibekov K. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2005, 5: 30-32.
7. Mashurov A.M., Sukhova N.O., TSarev R.O., Tkhan' Kh.Kh. *Algoritmy immunobiokhicheskoi genetiki: uchebno-metodicheskoe posobie [Algorithms of immunobiological genetics]*. Novosibirsk, 1998.
8. Zagitov Kh.V., Skukovskii B.A. *Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva produktov zhivotnovodstva [Improved technologies for livestock production]*. Novosibirsk, 1998: 72-78.