

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

DOI 10.12737/

УДК 636.03:637.3.04

ВЛИЯНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ФРАКЦИИ γ -КАЗЕИНА В ОБЩЕЙ СТРУКТУРЕ БЕЛКОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЛОКА

Соболева Наталья Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технология производства и переработки продукции животноводства», ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет». 460795, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18.

E-mail: bakaeva.lora@mail.ru

Кармаев Сергей Владимирович, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Зоотехния», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: KaramaevSV@mail.ru

Кармаева Анна Сергеевна, канд. биол. наук, доцент кафедры «Зоотехния», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: annakaramaeva@rambler.ru

Ключевые слова: порода, молоко, белок, казеин, сыропригодность.

Цель исследований – улучшение сыропригодности молока-сырья, получаемого от коров голштинской породы. Основной причиной, сдерживающей производство российскими сырокурами высококачественных сыров брендовых сортов, является недостаток молока-сырья, пригодного для изготовления данного продукта. На сыропригодность молока оказывает значительное влияние качество и структура казеинов, которые являются основным материалом для образования казеинового сгустка, формирующего сырную головку. Установлено, что белок γ -казеин не коагулирует под воздействием сычужного фермента, при производстве сыров он уходит в сыворотку, снижая эффективность использования молока. При снижении в структуре белков молока массовой доли фракции γ -казеина с 7% и более до 5,4% и менее происходит увеличение содержания сухого вещества в молоке на 0,12-0,32%, массовой доли жира – на 0,04-0,08%, массовой доли белка – на 0,03-0,11%, в том числе казеина – на 0,06-0,24%, молочного сахара – на 0,03-0,08%, минеральных веществ – на 0,02-0,05%. Изучение структуры белков молока показало, что массовая доля сывороточных белков, которые также не свертываются под воздействием сычужного фермента, уменьшается на 1,3-5,2%. Прослеживается тенденция – при уменьшении доли фракции γ -казеина с 7,3 до 5,3% происходит увеличение массовой доли общего казеина на 0,8-5,2%, в том числе фракции γ -казеина на 0,7-3,6%, фракции β -казеина – на 0,3-1,7%, фракции κ -казеина – на 0,2-1,9% и уменьшение массовой доли сывороточных белков на 0,8-5,2%, что повышает технологические свойства молока и его сыропригодность.

INFLUENCE OF γ -CASEIN FRACTION WITHIN TOTAL PROTEINS AMOUNT ON MILK CHEMICAL COMPOSITION

N. V. Soboleva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department «Technology of Production and Processing of Livestock Products», FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University». 460795, Orenburg, Chelyuskintsev street, 18.

E-mail: bakaeva.lora@mail.ru

S. V. Karamayev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department «Zootechnia», FSBEI HE «Samara State Agrarian University».

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: KaramaevSV@mail.ru

A. S. Karamayeva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department «Zootechnia», FSBEI HE «Samara State Agrarian University».

Keywords: breed, milk, protein, casein, cheese milk.

The aim of the research is improve cheese milk from Holstein cows. Main reason that hinders the production of high-quality brand cheeses by Russian cheesemakers is the lack of cheese milk for its production. Quality and structure of Caseins affect cheese milk and casein clot to form cheer cheese. It was found that the protein γ -casein does not coagulate under the influence of rennet, and during cheese production it goes into thrusting, reducing the efficiency of milk use. When the mass fraction of γ -casein decreases in milk proteins from 7% or more to 5.4% or less, dry matter content in milk increases by 0.12-0.32%, the mass share of fat-by 0.04-0.08%, protein-by 0.03-0.11%, including casein – by 0.06-0.24%, lactose – by 0.03-0.08%, and minerals – by 0.02-0.05%. Study milk proteins showed that mass of whey proteins, which also do not coagulate under the influence of rennet, decreases by 1.3-5.2%. There is a tendency – with decrease of γ -casein from 7.3 to 5.3%, total casein increases by 0.8-5.2%, including γ -casein by 0.7-3.6%, β -casein by 0.3-1.7%, the fraction of κ -casein by 0.2-1.9% and decrease of whey proteins by 0.8-5.2%, which increases milk and cheese handling properties.

Потребность внутреннего рынка России в высококачественных сырах с каждым годом все больше увеличивается. Население страны все чаще отдает предпочтение «элитным» сортам сыра, которые по тем или иным причинам не производятся нашими сыроарами.

На магазинных полках много сыров, изготовленных из низкокачественного молока с добавлением соевого белка и пальмового масла.

Цены на натуральные высококачественные сыры сравнимы с ценами на импортные сыры, при этом современный покупатель готов платить за натуральный продукт высокого качества. Несмотря на это Россия находится на 22 месте в мире по потреблению сыров [1, 2].

Основной причиной, сдерживающей производство российскими сыроарами высококачественных сыров брендовых сортов, является недостаток молока-сырья, пригодного для изготовления данного продукта.

Из целого ряда факторов, оказывающих влияние на химический состав и технологические свойства молока, основополагающим является порода коров.

За последние 25 лет породный состав и структура поголовья крупного рогатого скота в России значительно изменились.

С 2000 года увеличился импорт маточного поголовья молочных пород скота, особенно голштинской породы. В настоящее время от общего поголовья молочного скота черно-пестрая порода составляет 55,6%, голштинская – 12,3%.

По утверждению ряда авторов молоко коров данных пород практически непригодно для изготовления сыров твердых сортов. Поголовье симментальской породы, молоко коров которой наиболее отвечает требованиям для изготовления сыров твердых сортов, сократилось с 33 до 7,5% в общей структуре молочного скота [3, 4, 5, 6, 7].

Основной причиной несоответствия качества молока коров голштинской породы для изготовления сыров твердых сортов является то, что 65-70% поголовья голштинского скота имеет генотип по каппа-казеину AA, AB – 25-30% и только 3-5% – BB; в молоке относительно высокое содержание белка и оно наиболее пригодно для сыроделия [8, 9]. Кроме этого, Т. А. Остроумова установила, что на сыропригодность молока оказывает значительное влияние качество и структура казеинов, которые являются основным материалом для образования казеинового сгустка, формирующего сырную головку [10].

Цель исследований – улучшение сыропригодности молока-сырья, получаемого от коров голштинской породы.

Задачи исследований – изучить изменение химического состава молока коров голштинской породы в зависимости от доли фракции γ -казеина в структуре белков.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в ООО «Радна» Самарской области в условиях современного комплекса по производству молока.

Объект исследований – молоко коров голштинской породы с разной долей в нем фракции γ -казеина в структуре белков.

В опытные группы коров отбирали после третьего отела, молоко для химического анализа брали на 2-3 месяце лактации.

Кормление коров круглогодичное однотипное, тип рациона сенажно-силосный. Доеение коров на доильных установках «Карусель».

Химический анализ образцов молока проводили в сертифицированной научно-исследовательской лаборатории животноводства ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, фракционный состав казеина молока определяли в аналитической лаборатории кафедры «Биология» Мордовского государственного университета имени Н. П. Огарева на лицензированном оборудовании по общепринятым методикам.

Результаты исследований. Изучив структуру белков молока (табл. 1), установили, что в соответствии с долей фракции γ -казеина все пробы можно разделить на 5 групп с интервалом в 0,5%: I группа – с долей γ -казеина 7% и более – 3 пробы (6,0%), II группа – с долей 6,9-6,5% – 5 проб (10,0%), III группа – 6,4-6,0% – 9 проб (18,0%), IV группа – 5,9-5,5% – 19 проб (38,0%), V группа – с долей 5,4% и менее – 14 проб (28,0%).

Изучение химического состава молока с разной долей фракции γ -казеина в структуре белков показало, что образцы значительно отличаются друг от друга по содержанию основных компонентов (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав молока с разной долей фракции γ -казеина в структуре белков, %

Показатель	Доля фракции γ -казеина, %				
	7 и более	6,9-6,5	6,4-6,0	5,9-5,5	5,4 и менее
Сухое вещество	11,89±0,13	12,01±0,16	12,10±0,11	12,12±0,18	12,21±0,14
МДЖ	3,61±0,02	3,65±0,03	3,74±0,03	3,66±0,02	3,69±0,03
МДБ	2,98±0,01	3,01±0,01	3,03±0,01	3,07±0,01	3,09±0,02
В том числе: казеин	2,20±0,01	2,26±0,01	2,31±0,01	2,40±0,01	2,44±0,01
сывороточные белки	0,78±0,01	0,75±0,01	0,72±0,01	0,67±0,01	0,65±0,01
Молочный сахар	4,57±0,08	4,60±0,05	4,59±0,07	4,63±0,04	4,65±0,05
Зола	0,73±0,02	0,75±0,01	0,74±0,01	0,76±0,02	0,78±0,01

Говорить о закономерности в данном случае преждевременно, но ярко выраженная тенденция влияния массовой доли фракции γ -казеина в общей структуре белков молока на содержание в нем основных компонентов – неоспоримый факт.

Установлено, что при снижении в структуре белков молока массовой доли фракции γ -казеина с 7% и более до 5,4% и менее, происходит увеличение содержания сухого вещества в молоке на 0,12-0,32%, массовой доли жира (МДЖ) – на 0,04-0,08% ($P<0,05$), массовой доли белка (МДБ) – на 0,03-0,11% ($P<0,05-0,001$), в том числе казеина – на 0,06-0,24% ($P<0,001$), молочного сахара – на 0,03-0,08%, минеральных веществ – на 0,02-0,05% ($P<0,05$). В массовой доле жира в молоке у животных третьей группы наблюдается определенный скачок показателя на 0,13-0,09% ($P<0,001$), что, вероятней всего, связано с индивидуальными особенностями коров.

Содержание сывороточных белков изменяется в соответствии с динамикой фракции γ -казеина, уменьшаясь на 0,03-0,13% ($P<0,01-0,001$).

Исследования показали, что в зависимости от доли в структуре белков молока фракции γ -казеина меняется массовая доля общего казеина и сывороточных белков в молоке (табл. 2).

Таблица 2

Структура белков молока с разной долей фракции γ -казеина

Показатель	Доля фракции γ -казеина, %				
	7 и более	6,9-6,5	6,4-6,0	5,9-5,5	5,4 и менее
Массовая доля казеина в составе белков, %	73,8±0,11	75,1±0,07	76,2±0,09	78,2±0,10	79,0±0,06
В том числе: α -казеины	31,6±0,05	32,0±0,03	32,7±0,04	34,5±0,05	35,2±0,03
β -казеины	28,2±0,04	29,8±0,04	29,2±0,03	29,6±0,06	29,9±0,04
κ -казеины	6,7±0,02	6,5±0,03	8,1±0,03	8,4±0,04	8,6±0,03
γ -казеины	7,3±0,03	6,8±0,01	6,2±0,02	5,7±0,01	5,3±0,01

Массовая доля сывороточных белков, %	26,2±0,07	24,9±0,04	23,8±0,05	21,8±0,06	21,0±0,03
--------------------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

При уменьшении доли фракции γ -казеина с 7% и более до 5,4% и менее массовая доля общего казеина в составе белков молока увеличивается, соответственно по группам, на 1,3; 2,4; 4,4; 5,2% ($P < 0,001$).

Массовая доля сывороточных белков при этом, соответственно, уменьшается на 1,3; 2,4; 4,4; 5,2% ($P < 0,001$). Это обеспечивает, в определенной степени, улучшение технологических свойств молока, так как сывороточные белки, представленные α -лактоальбуминами и β -лактоглобулинами, по данным Т. А. Остроумовой [10], не подвержены воздействию сычужного фермента и не образуют сгустка.

Ряд исследователей установили, что на сыропригодность молока, наряду с массовой долей белка казеина, значительное влияние оказывает его структура.

Мицелла казеина состоит из субмицелл диаметром 10-20 нм, каждая субмицелла из α_{s1} , α_{s2} , β - и κ -казеинов в соотношении примерно 3:1:3:1.

Группа γ -казеинов обозначается просто как фрагменты β -казеина, без указания параметров фрагмента. При этом наблюдения показали, что при незначительной массовой доле в структуре белков молока фракции γ -казеина, с их динамикой связаны достаточно значительные изменения сыропригодности молока. Это обусловлено тем, что белки фракции γ -казеина, как и сывороточные белки, не свертываются под воздействием сычужного фермента.

Прослеживается тенденция снижения массовой доли общего казеина и увеличения массовой доли сывороточных белков в составе молока при увеличении фракции γ -казеина.

Установлено, что при увеличении массовой доли фракции γ -казеина с 5,3 до 7,3%, происходит снижение массовой доли общего казеина на 0,8-5,2% ($P < 0,001$), в том числе фракции α -казеина на 0,7-3,6% ($P < 0,001$), фракции β -казеина – на 0,3-1,7% ($P < 0,01-0,001$), фракции κ -казеина – на 0,2-1,9% ($P < 0,01-0,001$) и увеличение массовой доли сывороточных белков на 0,8-5,2% ($P < 0,001$).

Заключение. Проведенные исследования позволили установить, что существует тенденция влияния массовой доли фракции γ -казеина в общей структуре белков на химический состав молока. При уменьшении доли фракции γ -казеина с 7,3 до 5,3% в составе сухого вещества молока увеличивается массовая доля жира на 0,04-0,08%, массовая доля белка – на 0,03-0,11%, содержание молочного сахара – на 0,03-0,08%. В составе белков молока увеличивается массовая доля казеина на 0,06-0,24%, при этом снижается массовая доля сывороточных белков – на 0,03-0,13%. Это важно, так как γ -казеин и сывороточные белки не коагулируют при воздействии сычужного фермента. Таким образом, уменьшение их доли в составе сухого вещества повышает технологические свойства молока и его сыропригодность.

Библиографический список

1. Выдрина, Н. В. Тенденция развития новых технологий производства сыра / Н. В. Выдрина, Н. Б. Губер // Молодой ученый. – 2014. – №10. – С. 130-133.
2. Шингарева, Т. В. Влияние сыропригодности молока на качество сыра / Т. В. Шингарева // ПродуктВУ. – 2014. – №13(139). – С. 53-59.
3. Кузнецов, А. О технологических свойствах молока коров / А. Кузнецов, С. Кузнецов // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – №2. – С. 5-7.
4. Боровицкий, М. В. Изучение влияния породы коров на состав и свойства молока и выработку сыра : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Боровицкий Михаил Васильевич. – Кемерово, 2012. – 107 с.
5. Дунин, И. М. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах РФ / И. М. Дунин, В. И. Шаркаев, Г. А. Шаркаева [и др.]. – М. : ВНИИплем. – 2018. – С. 1-20.
6. Карамаева, А. С. Влияние породы на сыропригодность молока и качество сыра / А. С. Карамаева, Н. В. Соболева, С. В. Карамаев // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – №5. – С. 34-38.
7. Шаповалов, С. О. Белковость и сыропригодность молока коров разных пород / С. О. Шаповалов // Вестник Полтавской государственной аграрной академии. – 2012. – №4. – С. 56-61.
8. Соболева, Н. В. Влияние генотипа каппа-казеина на качество сыра и молока коров / Н. В. Соболева, А. А. Ефремов, С. В. Карамаев // Научные достижения в области животноводства за 25 лет Государственной

независимости Республики Таджикистан : сборник научных трудов. – Душанбе : Андалеб Р. – 2016. – С. 67-71.

9. Карамаяев, С. В. Технологические свойства молока коров молочных пород в зависимости от сезона отела : монография / С. В. Карамаяев, А. С. Карамаяева, Н. В. Соболева. – Кинель : РИО Самарской ГСХА. – 2016. – 181 с.

10. Остроумова, Т. А. Химия и физика молока : монография / Т. А. Остроумова. – Воронеж : Воронежский ГУИТ. – 2014. – 196 с.

References

1. Vydrina, N. V., & Guber, N. B. (2014). Tendenciia razvitiia novikh tekhnologii proizvodstva sira [Trend of development of new technologies for cheese production]. *Molodoi uchenyi – Young Scientist*, 10, 130-133 [in Russian].

2. Shingareva, T. V. (2014). Vliianie siroprigodnosti moloka na kachestvo sira [Influence of milk on cheese making and its quality]. *Produkt BY – Product BY*, 13(139), 53-59 [in Russian].

3. Kuznetsov, A. Kuznetsov, A. O., & Kuznetsov, S. (2010). O tekhnologicheskikh svoistvakh moloka korov [Handling properties of breed milk]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 2, 5-7 [in Russian].

4. Borovitsky, M. V. (2012). Izuchenie vliianiia porodi korov na sostav i svoistva moloka i virabotku sira [Study of influence of the breed Milk on its composition, properties and cheese production]. *Candidate's thesis*. Kemerovo [in Russian].

5. Dunin, I. M., Sharkaev, V. I., & Sharkaeva, G. A. et al. (2018). Ezhegodnik po plemennoi rabote v molochnom skotovodstve v hoziaistvakh RF [Yearbook on breeding work in dairy cattle breeding in farms of the Russian Federation]. Moscow: All-Russian research Institute of breeding [in Russian].

6. Karamaeva, A. S., Soboleva, N. V., & Karamaev, S. V. (2018). Vliianie porodi na siroprigodnost moloka i kachestvo sira [Influence of the breed milk on cheese making and its quality]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 5, 34-38 [in Russian].

7. Shapovalov, S. O. (2012). Belkovost i siroprigodnost moloka korov raznykh porod [Protein content and cheese making from milk of cows of different breeds]. *Vestnik Poltavskoi gosudarstvennoi agrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava state agrarian Academy*, 4, 56-61 [in Russian].

8. Soboleva, N. V., Efremov, A. A., & Karamaev, S. V. (2016). Vliianie genotipa kappa-kazeina na kachestvo sira i moloka korov [Influence of the kappa-casein genotype on the quality of cheese and milk of cows]. Scientific achievements in the field of animal husbandry for 25 years of Tajikistan state independent Republic '16: *sbornik nauchnikh trudov – collection of proceedings collection of scientific papers*. (pp. 67-71). Dushanbe: Andaleb R [in Russian].

9. Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S., & Soboleva, N. V. (2016). Tekhnologicheskie svoistva moloka korov molochnikh porod v zavisimosti ot sezona otela [Handling properties of milk of dairy cows depending on the calving season]. Kinel: PC Samara SAA [in Russian].

10. Ostroumova, T. A. (2014). Himiia i fizika moloka [Chemistry and physics of milk]. Voronezh: Voronezh SUET [in Russian].