

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА С РАЗНОЙ ДОЛЕЙ ФРАКЦИИ γ -КАЗЕИНА В СТРУКТУРЕ БЕЛКОВ

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

Карамеева 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

Карамеев 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

Ключевые слова: молоко, γ -казеин, сгусток, сыр, зрелость.

Цель исследований – улучшение технологических свойств молока коров голштинской породы за счет оптимизации структуры белка казеина. Исследования показали, что в зависимости от индивидуальных особенностей коров, доля фракции γ -казеина, который не свертывается под воздействием

сычужного фермента, изменяется в пределах от 7% и более до 5,4% и менее. Установлено, что по мере снижения доли фракции γ -казеина сокращается продолжительность свертывания молока на 3,4-8,9 мин (8,3-21,6%). В результате потери сухого вещества при сыроварении снижаются на 1,7-5,6%, выход казеинового сгустка увеличивается на 4,3-47,8%. При этом расход цельного молока на производство 1 кг зрелого сыра снижается на 1,9-3,7 кг (13,4-26,1%). Лучшее для сыроварения молоко получено от животных пятой группы с долей γ -казеина в структуре белков 5,4% и менее, среди которых 21,4% коров имели молоко, дающее плотный сгусток с показателем плотности 2,46 г/см² и влагоудерживающей способностью 56,4%. Данные изменения качества сгустка способствуют повышению массовой доли сухого вещества в зрелом сыре на 1,1-4,6%, жира – на 0,3-1,4%, белка – на 0,4-1,7%, органических кислот – на 0,3-0,7%. Титруемая кислотность в опытных образцах сыра снижалась с 276,7 до 231,5 °Т, а степень зрелости, наоборот, повышалась с 96,9 до 124,6 °Ш. Таким образом, только из молока с долей фракции γ -казеина 5,4% и менее, были получены сыры, наиболее соответствующие качественным показателям сыра типа «Российский».

MILK HANDLING WITH DIFFERENT γ -CASEIN CONTENT IN PROTEIN STRUCTURE

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

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

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

E-mail: annakaramaeva@rambler.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

Keywords: milk, γ -casein, clot, cheese, ripening.

The aim of the research is improving the milk handling of Holstein breed by optimizing the structure of casein protein. Studies have shown that, depending on the individual characteristic of cows, the fraction of γ -casein that does not clot

under the influence of rennet varies from 7% or more to 5.4% or less. It was found that as the proportion of the γ -casein share decreases, the duration of milk clot lags by 3.4-8.9 minutes (8.3-21.6%). As a result, the loss of dry matter during cheese making is reduced by 1.7-5.6%, the yield of casein clot increases by 4.3-47.8%. At the same time, the consumption of whole milk for the production of 1 kg of ripened cheese is reduced by 1.9-3.7 kg (13.4-26.1%). The best milk for cheese-making was obtained from animals of the fifth group with a proportion of γ -casein in the protein structure of 5.4% or less, among which 21.4% of cows had milk that gave a clot with a density indicator of 2.46 g/cm² and water-retaining capacity of 56.4%. These changes in the quality of the clot contribute to an increase of mass fraction of dry matter in ripened cheese by 1.1-4.6%, fat – by 0.3-1.4%, protein – by 0.4-1.7%, organic acids – by 0.3-0.7%. Titrated acidity in the cheese samples decreased from 276.7 to 231.5°T, and the degree of ripening, on the contrary, increased from 96.9 to 124.6°Sh. Thus, only from milk with γ -casein fraction of 5.4% or less, cheeses were obtained that most correspond to the quality indicators of the «Russian» type of cheese.

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве России достаточно остро стоит проблема обеспечения продовольственной безопасности страны, что напрямую связано с резким снижением производства продуктов животноводства в целом и молока в частности. Решение данной проблемы может быть достигнуто за счет увеличения производства молока и повышения его качества. Для этого необходимо создать такие породы и внутривидовые типы крупного рогатого скота, которые наиболее полно отвечают требованиям современной перерабатывающей промышленности и новому стандарту на молоко – ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия» [1, 2].

Изучение рынка молока и молочной продукции показывает, что на перспективу будет увеличиваться потребление питьевого молока, сыров, особенно твердых (элитных) сортов, а также йогуртов, сметаны, творога, различных кисломолочных напитков. В связи с этим при оценке качества молока, как сырья для молокоперерабатывающей промышленности, наибольший интерес с точки зрения пищевой и биологической ценности, пригодности для переработки в молочные продукты, представляет белок. Белки молока содержат все жизненно необходимые для организма человека аминокислоты. По содержанию незаменимых аминокислот белки молока относятся к полноценным. Степень усвоения белков молока составляет в среднем 98% [3, 4].

Исследования показывают, что на химический состав и технологические свойства молока, определяющие его пригодность для изготовления кисломолочных продуктов и, особенно, сыров твердых сортов, оказывает влияние целый ряд факторов: порода коров, природно-климатические условия, кормовая база, сезон года, лактация и другие [5]. Молоко коров разных пород, при производстве кисломолочных продуктов и сыра, значительно различается по времени свертывания под действием сычужного фермента, нарастанию кислотности, динамике синерезиса, плотности сгустка. Свертывающая способность молока также зависит от целого ряда факторов: количества белка в молоке, его структуры, размера и массы мицелл казеина, температуры и кислотности молока, содержания в нем солей кальция [6].

По данным Т. А. Остроумовой [7], основной структурный компонент белков молока – казеин – имеет четыре основные фракции: αS_1 ; αS_2 ; β и κ . Выделяемый γ -казеин является фрагментом β -казеина. В молоке казеин находится в соединении с кальциевыми солями и образует казеин-кальциево-фосфатный конгломерат (ККФК) в виде мицелл. Мицеллы имеют шарообразную форму диаметром от 0,03 до 0,30 мкм. Установлено, что при уменьшении содержания ионов кальция дисперсность частиц сдвигается в сторону увеличения числа более мелких мицелл, а при увеличении – в сторону увеличения числа субмицелл казеина. При этом чем крупнее мицелла, тем больше в ней содержание фракции α -казеина и, наоборот, если мицелла мельче, в ней больше фракций β - и γ -казеина. Это в определенной степени оказывает значительное влияние на технологических свойствах молока при производстве кисломолочных продуктов и сыра [8].

В научной литературе вопрос структуры белка казеина и влияния отдельных его фракций на технологические свойства молока освещен крайне недостаточно. Среди ученых и практиков нет единого мнения о механизме влияния фракций казеина на формирование казеинового сгустка при воздействии сычужного фермента и причине сычужной «вялости» молока [9].

Цель исследований – улучшение технологических свойств молока коров голштинской породы за счет оптимизации структуры белка казеина.

Задачи исследований – изучить влияние доли фракции γ -казеина в структуре белков на технологические свойства молока.

Материал и методы исследований. Исследования проводили на базе современного, высокомеханизированного молочного комплекса ООО «Радна» Самарской области на коровах голштинской породы немецкой селекции (n=50). Молоко для приготовления сыра брали от коров после третьего отела на 2-3 месяце лактации. Химический анализ образцов молока и сыра проводили в сертифицированной научно-исследовательской лаборатории животноводства ФГБОУ ВО Самарского ГАУ на лицензированном оборудовании по общепринятым методикам. Изучение фракций казеина проводили в аналитической лаборатории аграрного института Мордовского государственного университета имени Н. П. Огарева методом ПЦР. С учетом доли фракции γ -казеина отбирали коров для получения молока для сыра. В молочной лаборатории кафедры «Зоотехния» Самарского ГАУ из молока коров опытных групп были изготовлены сыры типа «Российский» с низкой температурой второго нагревания. Образцы сыра для оценки качества брали после трехмесячного созревания.

Результаты исследований. В исследованиях, направленных на изучение белков молока, Т. А. Остроумова установила, что каждая мицелла казеина состоит из αS_1 -; αS_2 -; β -, κ - и γ -казеинов. От содержания и структуры этих фракций в молоке зависят скорость процесса свертывания, свойства получаемых сгустков. Главной особенностью α - и β -казеинов является способность выпадать в осадок под воздействием ионов кальция, образуя казеиновый сгусток. κ -казеин располагается на поверхности мицеллы и, являясь кальций устойчивой фракцией, выполняет роль защитного коллоида, предотвращая осаждение α - и β -казеинов ионами кальция в свежем молоке. При этом κ -казеин подвержен воздействию сычужного фермента с последующим его гидролизом, что приводит к потере отрицательного заряда и дестабилизации кальций неустойчивых α - и β -казеинов, составляя основу технологии изготовления сычужных сыров. Особенностью γ -казеинов является то, что под действием сычужного фермента белки этой фракции не выпадают в осадок и остаются в сыворотке. Таким образом, увеличение содержания γ -казеинов в молоке приводит к снижению степени использования белков при производстве молочных продуктов, в основу технологии которых положено сычужное свертывание.

По данным А. С. Карамеевой и др. [9], в зависимости от породных особенностей коров доля в молоке α -казеинов изменяется в пределах 34,3-39,2%, β -казеинов – 28,0-30,5%, κ -казеинов – 6,5-9,3%, γ -казеинов – 3,3-6,8%. На основании этого коровы были разделены на группы с долей фракции γ -казеинов в белках молока от 7% и более до 5,4% и менее (табл. 1).

Таблица 1

Технологические свойства молока при изготовлении сыра

Показатель	Доля фракции γ -казеина, %				
	7 и более	6,9-6,5	6,4-6,0	5,9-5,5	5,4 и менее
Продолжительность свертывания сычужным ферментом, мин	41,2±1,6	37,8±1,1	35,4±1,2*	33,7±0,9**	32,3±1,3**
в т.ч. фаза коагуляции	30,9±1,4	28,7±0,8	27,1±0,9*	26,2±1,1*	25,1±0,9**
фаза гелеобразования	10,3±0,9	9,1±0,7	8,3±0,6	7,5±0,8*	7,2±0,5*
Продолжительность обработки сгустка, мин	63,9±2,7	62,4±2,0	61,2±2,3	58,3±1,9	57,4±2,1
Отход сухого вещества в сыворотку, %	57,5±0,9	55,8±0,6	54,3±0,8*	52,7±0,7**	51,9±0,8***
Соотношение фракций сгусток/сыворотка, %	23:77	24:76	26:74	30:70	34:66
Расход цельного молока на получение 1 кг зрелого сыра, кг	14,2±0,31	12,3±0,27***	11,6±0,22***	10,9±0,19***	10,5±0,21***

Примечание: * – P<0,05; ** – P<0,1; *** – P<0,001.

Исследования показали, что по мере снижения доли фракции γ -казеина сокращается продолжительность свертывания молока после воздействия сычужным ферментом на 3,4-8,9 мин (8,3-21,6%; P<0,05-0,01). При этом фаза коагуляции сокращается на 2,2-5,8 мин (7,1-18,8%; P<0,05-0,01), фаза гелеобразования – на 1,2-3,1 мин (11,7-30,1%; P<0,05). В результате формируется более качественный сгусток, и время на его обработку также сокращается на 1,5-6,5 мин (2,3-10,2%). При снижении в молоке доли белков, которые не свертываются под воздействием сычужного фермента (сывороточные белки и фракция γ -казеина), потери сухого вещества при

сыроварении снижаются на 1,7-5,6% ($P < 0,05-0,001$). Это очень важно с экономической стороны, так как отражается на себестоимости конечного продукта.

Снижение потерь сухого вещества молока с сывороткой обеспечивает увеличение выхода казеинового сгустка на 4,3-47,8%. В результате расход цельного молока на производство 1 кг зрелого сыра снижается на 1,9-3,7 кг (13,4-26,1%; $P < 0,001$).

Улучшение технологических свойств молока по мере снижения в структуре белков фракции γ -казеина способствует повышению качества казеинового сгустка, который является основным сырьем для приготовления сыра (табл. 2).

Таблица 2

Качество казеинового сгустка в зависимости от доли γ -казеина в структуре белков молока

Показатель	Доля фракции γ -казеина, %				
	7 и более	6,9-6,5	6,4-6,0	5,9-5,5	5,4 и менее
Поголовье коров, гол.	3	5	9	19	14
Состояние казеинового сгустка, % коров:					
плотный	-	-	-	10,5	21,4
рыхлый	-	20,0	33,3	42,2	57,2
дряблый	33,3	40,0	44,4	36,8	21,4
не свернувшийся	66,7	40,0	22,2	10,5	-
Плотность казеинового сгустка, $г/см^2$	1,45±0,04	1,67±0,05***	1,84±0,04***	2,12±0,06***	2,46±0,08***
Влагоудерживающая способность сгустка, %	39,8±0,37	42,5±0,39**	49,3±0,42***	52,6±0,34***	56,4±0,31***

Примечание: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,1$; *** – $P < 0,001$.

В результате исследований установлено, что молоко с долей фракции γ -казеина 7% непригодно для сыроделия, так как 33,3% образцов имели дряблый сгусток, а 66,7% образцов – не свернулось под действием стандартного сычужного фермента. При уменьшении доли фракции γ -казеина до 6,9-6,5%, молоко 20% коров группы можно считать условно пригодным для сыроделия, а при уменьшении доли фракции γ -казеина до 6,4-6,0% – молоко 33,3% коров группы.

Условно – значит можно производить все виды сыров, кроме сыров твердых сортов. При дальнейшем уменьшении доли фракции γ -казеина до 5,9-5,5% и 5,4% и менее в группах отмечено соответственно 10,5 и 21,4% коров, молоко которых件годно для сыроделия, и 42,2-57,2% коров, молоко которых условно件годно для сыроделия.

Более объективную характеристику качества казеинового сгустка дают лабораторные исследования его плотности. В соответствии с техническими условиями плотность сгустка при производстве твердых сортов сыра должна быть 2,7-3,5 $г/см^2$. В данном случае молоко коров ни одной из опытных групп непригодно для производства твердых сортов сыра. Показатель плотности казеинового сгустка из молока коров голштинской породы оказался ниже минимально допустимого порога согласно технических условий на 1,25-0,24 $г/см^2$ (46,3-8,9%; $P < 0,001-0,01$). При этом следует отметить, что снижение доли фракции γ -казеина в белках молока сопровождается повышением плотности казеинового сгустка на 0,22-1,01 $г/см^2$ (15,2-69,7%; $P < 0,001$).

Более плотная консистенция казеинового сгустка, обусловленная лучшим сцеплением мицелл при образовании казеин-кальциево-фосфорного конгломерата под воздействием сычужного фермента, лучше удерживает влагу и все составные части сухого вещества молока, повышая тем самым выход готового продукта. При снижении доли фракции γ -казеина влагоудерживающая способность сгустка повысилась на 2,7-16,6% ($P < 0,01-0,001$).

Физико-химические свойства казеинового сгустка значительно повлияли на качество сыра, изготовленного из молока подопытных коров (табл. 3).

Таблица 3

Качество сыра

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 воды, %	49,8±0,32	48,7±0,30*	47,6±0,25***	46,5±0,31***	45,2±0,27***
Массовая доля сухого вещества, %	50,2±0,44	51,3±0,38	52,4±0,43*	53,5±0,46***	54,8±0,33***
Массовая доля жира, %	27,2±0,26	27,5±0,29	27,9±0,33	28,2±0,30*	28,6±0,21***
Массовая доля белка, %	19,1±0,22	19,5±0,31	19,8±0,29	20,3±0,24**	20,8±0,19***
Массовая доля органических кислот, %	1,5±0,10	1,8±0,05*	2,0±0,06**	2,1±0,08***	2,2±0,05***

Массовая доля золы, %	2,4±0,03	2,5±0,04	2,7±0,02***	2,9±0,03***	3,2±0,02***
Содержание кальция, мг/100 г	867,5±63,0	879,6±56,2	910,3±54,1	923,4±58,5	931,9±52,7
Содержание фосфора, мг/100 г	573,4±34,2	588,3±35,1	608,1±29,6	619,8±30,4	627,6±26,3
Кислотность, °Т	276,7±3,1	269,8±3,4*	260,3±2,9**	246,7±3,1***	231,5±2,7***
pH	4,95±0,05	4,98±0,03	5,10±0,03*	5,18±0,04***	5,23±0,02***
Степень зрелости по Шиловичу, °Ш	96,9±7,3	101,5±6,9	106,3±7,4	116,4±6,0*	124,6±5,6**

Примечание: * – P<0,05; ** – P<0,1; *** – P<0,001.

В связи с тем, что в процессе приготовления сыра, по мере уменьшения доли фракции γ -казеина в белках молока, уменьшались потери компонентов сухого вещества с сывороткой и повышалась влагоудерживающая способность сгустка, массовая доля сухого вещества в готовом сыре повышалась на 1,1-4,6% (P<0,05-0,001), жира – на 0,3-1,4% (P<0,05-0,001), белка – на 0,4-1,7% (P<0,01-0,001), золы – на 0,1-0,8% (P<0,001), массовая доля органических кислот – на 0,3-0,7% (P<0,05-0,001). Оптимальное содержание органических кислот в твердых сортах сыра должно быть 3,1-3,5%, что придает им яркий, характерный аромат и высокие вкусовые качества. В опытных образцах сыра массовая доля органических кислот была в пределах 1,5-2,2%, что ниже минимального порога, предусмотренного техническими условиями на 1,6-0,9%.

Процесс созревания сыра представляет собой ферментативно-микробиологический процесс, в результате которого все компоненты молока претерпевают биохимические изменения. Под воздействием микрофлоры молочный сахар сбраживается с образованием молочной, уксусной и пропионовой кислот. При этом кислотность сырной массы не должна превышать 220°Т, а pH зрелого сыра быть в пределах 5,35-5,50. В опытных образцах титруемая кислотность была выше оптимальной нормы соответственно на 56,7-11,5°Т (25,8-5,2%), активная кислотность, наоборот, ниже – на 0,4-0,12 (7,5-2,2%).

При повышении кислотности в процессе созревания сыра большая часть бактерий отмирает, и освобождаются их эндоферменты. Совместное воздействие на сырную массу сычужного фермента и эндоферментов бактерий приводит к расщеплению более 60% белка. Степень зрелости сыра, по методике Шиловича, выражает отношение расщепленного азота к 100 частям общего азота. Установлено, что по мере уменьшения в белках молока доли фракции γ -казеина, степень зрелости сыра повышается на 4,6-27,7°Ш (4,7-28,6%).

Заключение. В связи с тем, что белки фракции γ -казеина не свертываются под воздействием сычужного фермента, их количество в структуре белков оказывает значительное влияние на сыропригодность молока, его технологические свойства и качество сыра. Установлено, что молоко только 28% коров из группы подопытных животных было пригодно для производства сыров твердых сортов. При этом, из 14 голов в группе, 3 коровы (21,4%) имели молоко, дающее при обработке сычужным ферментом плотный сгусток, пригодный для сыроделия, и 8 коров (57,2%) – молоко, образующее рыхлый сгусток, пригодный для сыроделия. Таким образом, только из молока коров пятой группы, с долей фракции γ -казеина в структуре белков 5,4% и менее, были получены сыры, наиболее соответствующие качественным показателям сыра типа «Российский».

Библиографический список

1. Шаповалов, С. О. Белковость и сыропригодность молока коров разных пород / С. О. Шаповалов // Вестник Полтавской государственной аграрной академии. – 2012. – №4. – С. 56-61.
2. Шемшидин, Э. С. Влияние различных паратипических факторов на молочную продуктивность айрширской породы разного производственного типа / Э. С. Шемшидин, С. К. Абдугалиев, Б. С. Жамалов // Животноводство и кормопроизводство : материалы международной научно-практической конференции . – Алматы. – 2013. – Т. 1. – С. 118-120.
3. Кузнецов, А. О. Технологические свойства молока коров / А. О. Кузнецов, С. Кузнецов // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – №2. – С. 5-7.
4. Шингарева, Т. В. Влияние сыропригодности молока на качество сыра / Т. В. Шингарева // Продукт ВУ. – 2014. – №13(139). – С. 53-59.
5. Карамаев, С. В. Технологические свойства молока коров молочных пород в зависимости от сезона отела : монография / С. В. Карамаев, А. С. Карамаева, Н. В. Соболева. – Кинель : РИО СГСХА, 2016. – 181 с.

6. Выдрина, Н. В. Тенденция развития новых технологий производства сыра / Н. В. Выдрина, Н. Б. Губер // Молодой ученый. – 2014. – №10. – С. 130-133.
7. Остроумова, Т. А. Химия и физика молока : монография / Т. А. Остроумова. – Воронеж : Воронежский ГУИТ, 2014. – 196 с.
8. 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.
9. Соболева, Н. В. Качество сыра, приготовленного из молока коров с разным содержанием казеина / Н. В. Соболева, Л. Н. Бакаева, С. В. Карамаев, А. С. Карамаева // Известия Оренбургского ГАУ. – 2016. – №6(62). – С. 160-162.

References

1. Shapovalov, S. O. (2012). Belkovost i siroprigodnost moloka korov raznykh porod [Protein content and cheese making from milk of different breeds]. *Vestnik Poltavskoi gosudarstvennoi agrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava state agrarian Academy*, 4, 56-61 [in Russian].
2. Shemshidin, E. S., Abdugaliyev, S. K., & Zhamalov, B. S. (2013). Vliianie razlichnykh paratipicheskikh faktorov na molochnuuiu produktivnost airshirskoi porody raznogo proizvodstvennogo tipa [Influence of various paratypical factors on the milk productivity of Ayrshire breeds of different production types]. *Animal husbandry and feed production '13: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii – materials of the International scientific and practical conference*. (pp. 118-120). Almaty [in Russian].
3. Kuznetsov, A. O., & Kuznetsov, S. (2010). Tekhnologicheskie svoystva moloka korov [Technological properties of cow milk]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 2, 5-7 [in Russian].
4. 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].
5. Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S., & Soboлева, N. V. (2016). Tekhnologicheskie svoystva moloka korov molochnykh porod v zavisimosti ot sezona otela [Milk handling of dairying animal depending on the calving season]. Kinel: PC Samara SAA [in Russian].
6. Vydrina, N. V., & Guber, N. B. (2014). Tendenciia razvitiia novykh tekhnologii proizvodstva sira [Trend in the development of new technologies for cheese production]. *Molodoi uchenyi – Young Scientist*, 10, 130-133 [in Russian].
7. Ostroumova, T. A. (2014). Himiia i fizika moloka [Chemistry and physics of milk]. Voronezh: Voronezh SUET [in Russian].
8. Karamaeva, A. S., Soboлева, N. V., & Karamaev, S. V. (2018). Vliianie porodi na siroprigodnost moloka i kachestvo sira [Influence of breed milk on cheese making and its quality]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 5, 34-38 [in Russian].
9. Soboлева, N. V., Bakaeva, L. N., Karamaev, S. V., & Karamaeva, A. S. (2016). Kachestvo sira, prigotovlennogo iz moloka korov s raznim sodержaniem kazeina [Quality of cheese made from milk with different casein content]. *Izvestiia Orenburgskogo GAU – Izvestia Orenburg SAU*, 6(62), 160-162 [in Russian].