

Влияние содержания казеина в молоке коров на качество сыра

***Н.В. Соболева**, к.с.-х.н., **Л.Н. Бакаева**, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ; **С.В. Карамеев**, д.с.-х.н., профессор, **А.С. Карамеева**, к.б.н., ФГБОУ ВО Самарская ГСХА;*

Молоко и молочные продукты являются важной составной частью рациона питания современного человека. Высокой пищевой ценностью отличаются сыры [1–4].

Одним из основных показателей пригодности молока для производства сыра является способность его свёртываться и образовывать плотный эластичный казеиновый сгусток под действием сычужного фермента. На данные качества молока влияют многие генотипические и паратипические факторы, но главным образом – порода, корма и технология кормления животных, генотип коров по кап-

па-казеину, содержание казеина и его фракций, кальция и фосфора, состояние молочной железы [5–8].

Материал и методы исследования. Объектом исследования служило молоко коров самарского типа чёрно-пёстрой породы с разным содержанием казеина. Исследование проводили в ОПХ «Красногорское» Самарской области. Для проведения опыта были сформированы семь групп коров по 10 гол. в каждой, в соответствии с массовой долей казеина в молоке от 2,40 до 2,91% и более с интервалом 0,10%. После 6 мес. созревания изучали физико-химические показатели, технологические свойства молока и сыра по общепринятым методикам.

Результаты исследования. Анализ полученных данных свидетельствует, что в стаде коров самарского типа чёрно-пёстрой породы животные характеризуются высоким разнообразием по содержанию казеина в белке молока – от 2,28 до 3,05% (табл. 1). При этом по мере увеличения массовой доли казеина значительно улучшался химический состав молока, его физические показатели достигали технологической нормы.

В результате увеличения массовой доли казеина происходило увеличение массовой доли жира на 0,26% ($P < 0,001$), общего белка – на 0,38% ($P < 0,001$), сухого вещества – на 0,70% ($P < 0,001$). При увеличении доли казеина содержание сывороточных белков снижалось, так как они не сворачиваются под действием сычужного фермента, ухудшая тем самым качество сгустка.

Химический анализ молока свидетельствует, что содержание молочного сахара, золы, кальция и фосфора увеличивалось по мере повышения доли казеина до 2,80%. После этого наблюдалось снижение содержания данных компонентов соответственно на 0,03–0,08; 0,01–0,03; 1,22–3,04; 2,29–4,08%. При этом отмечалось увеличение титруемой кислотности молока на 0,4–0,8°Т, что, вероятно, обусловлено кислой реакцией белка казеина. В результате этого наблюдалось снижение активной кислотности молока на $pH = 0,04–0,08$,

термостойкости – на 5,19–9,37% и увеличение числа соматических клеток на 4,45–5,28%.

Изменения, связанные с содержанием белка казеина в молоке, оказывали существенное влияние на его технологические свойства (табл. 2).

Известно, что молоко с низким содержанием казеина хуже свёртывается под действием сычужного фермента. Установлено, что увеличение содержания казеина до 2,71–2,80% сокращало время свёртывания на 18,2 мин. (43,5%; $P < 0,001$). При этом уменьшалась продолжительность фазы коагуляции на 11,4 мин. (37,7%; $P < 0,001$), фазы гелеобразования – на 6,8 мин. (58,6%; $P < 0,001$). Повышение массовой доли казеина свыше 2,80% приводило к увеличению продолжительности свёртывания молока на 2,3–2,9 мин. (9,7–12,3%).

Таким образом, при производстве твёрдых сортов сыра содержание в молоке казеина в пределах 2,71–2,80% можно считать оптимальным. Выход сгустка при этом выше на 1–17%, чем при меньшем содержании, и на 2–4% по сравнению с более высоким содержанием казеина. Потери сухого вещества молока с сывороткой также меньше в данной группе соответственно на 1,2–14,2% и 0,5–1,4%.

Изучение качества казеинового сгустка показало, что при содержании в молоке казеина в пределах 2,71–2,80% он получался плотным и эластичным, как того требуют технические условия для производства твёрдых сортов сыра. При содержании казеина до 2,40% плотный сгусток формировался только в десяти случаях из 100. При этом преобладал сгусток рыхлый и дряблый или молоко совсем не сворачивалось.

В молоке с уменьшением содержания казеина по сравнению с оптимальным снижалось качество казеинового сгустка и, как следствие, понижалась его влагоудерживающая способность на 2–26%. В результате увеличивались потери сухого вещества с сывороткой. В связи с этим расход цельного молока на получение 1 кг зрелого сыра увеличивался на 0,2–3,7 кг ($P < 0,05–0,001$).

1. Физико-химические показатели молока ($X \pm Sx$)

Показатель	Доля казеина в белке молока, %						
	до 2,40	2,41–2,50	2,51–2,60	2,61–2,70	2,71–2,80	2,81–2,90	2,91 и более
Сухое вещество, %	12,09±0,08	12,14±0,05	12,30±0,06	12,52±0,03	12,72±0,05	12,71±0,04	12,79±0,06
Жир, %	3,69±0,02	3,65±0,01	3,74±0,03	3,82±0,02	3,88±0,01	3,86±0,01	3,95±0,02
СОМО, %	8,40±0,05	8,49±0,03	8,56±0,02	8,70±0,02	8,84±0,02	8,85±0,02	8,84±0,03
Белок, %	3,14±0,02	3,21±0,01	3,24±0,02	3,31±0,01	3,41±0,01	3,46±0,01	3,52±0,02
Казеин, %	2,36±0,02	2,48±0,01	2,55±0,01	2,66±0,01	2,77±0,01	2,84±0,01	2,93±0,02
Сывороточные белки, %	0,78±0,01	0,73±0,01	0,69±0,01	0,65±0,01	0,64±0,01	0,62±0,01	0,59±0,01
Молочный сахар, %	4,56±0,04	4,59±0,05	4,61±0,03	4,66±0,04	4,68±0,03	4,65±0,02	4,60±0,03
Зола, %	0,70±0,01	0,69±0,01	0,71±0,01	0,73±0,01	0,75±0,01	0,74±0,01	0,72±0,01
Кальций, мг%	113,6±1,58	118,9±1,35	122,8±1,43	128,5±1,23	131,4±0,98	129,8±1,12	127,4±1,06
Фосфор, мг%	91,5±1,10	92,8±1,03	94,7±0,95	96,2±0,99	100,6±0,81	98,3±0,89	96,5±0,96
Плотность, °А	29,8±0,06	29,7±0,05	29,4±0,03	29,0±0,04	29,1±0,03	28,7±0,03	28,4±0,04
pH	6,76±0,29	6,78±0,25	6,73±0,21	6,70±0,24	6,69±0,18	6,65±0,19	6,61±0,22
Кислотность, °Т	17,0±0,44	17,3±0,41	17,4±0,37	17,5±0,39	17,6±0,30	18,0±0,32	18,4±0,35
Соматические клетки, тыс/см ³	210,5±16,2	138,9±15,4	218,7±13,6	234,8±14,1	229,3±12,9	239,5±13,8	241,4±15,4
Термостойкость, мин.	55,8±2,8	54,6±3,3	66,5±1,8	70,6±2,2	69,4±3,1	65,8±2,4	62,9±2,7

2. Технологические свойства молока ($X \pm Sx$)

Показатель	Доля казеина в белке молока, %						
	до 2,40	2,41–2,50	2,51–2,60	2,61–2,70	2,71–2,80	2,81–2,90	2,91 и более
Продолжительность свёртывания сычужным ферментом, мин.	41,8±2,9	37,6±2,7	32,4±2,2	26,7±2,0	23,6±2,4	25,9±1,8	26,5±2,6
в т.ч. фаза коагуляции, мин.	30,2±2,5	27,3±2,1	23,9±1,8	20,5±1,5	18,8±1,2	20,2±1,3	20,6±1,3
фаза гелеобразования, мин.	11,6±1,3	10,3±1,1	8,5±1,0	6,2±0,8	4,8±0,5	5,7±0,6	5,9±0,5
Соотношение, сгусток : сыворотка, %	28 : 72	32 : 68	39 : 61	44 : 56	45 : 55	43 : 57	41 : 59
Отход сухого вещества в сыворотку, %	59,3±3,2	56,3±2,9	49,2±3,1	46,3±2,6	45,1±2,3	45,6±2,5	46,5±2,2
Состояние казеинового сгустка, % коров:							
плотный	10,0	20,0	40,0	90,0	100,0	80,0	60,0
рыхлый	30,0	40,0	50,0	10,0	–	20,0	30,0
дряблый	40,0	40,0	10,0	–	–	–	10,0
несвернувшийся	20,0	–	–	–	–	–	–
Плотность казеинового сгустка, г/см ²	1,56±0,03	2,05±0,03	2,30±0,01	2,68±0,02	2,75±0,01	2,98±0,01	2,83±0,02
Влагодерживающая способность сгустка, %	42,3±0,34	54,0±0,29	63,5±0,27	66,1±0,31	68,4±0,23	69,2±0,21	67,5±0,26
Расход цельного молока на получение 1 кг зрелого сыра, кг	13,5±0,43	13,0±0,35	11,4±0,27	10,0±0,18	9,8±0,21	10,1±0,26	10,0±0,23

3. Качество сыра ($X \pm Sx$)

Показатель	Доля казеина в белке молока, %						
	до 2,40	2,41–2,50	2,51–2,60	2,61–2,70	2,71–2,80	2,81–2,90	2,91 и более
Массовая доля сухого вещества, %	49,5±0,54	54,3±0,49	59,5±0,38	64,7±0,41	67,4±0,33	66,9±0,30	66,1±0,36
Массовая доля белка, %	25,6±0,23	27,4±0,21	30,8±0,22	33,4±0,19	34,5±0,15	33,8±0,17	33,2±0,21
Массовая доля жира, %	31,5±0,27	32,9±0,32	34,6±0,24	39,5±0,26	41,8±0,23	42,6±0,21	42,1±0,25
Содержание кальция, мг/100 г	910±81,2	968±76,3	1054±79,6	1139±69,5	1220±62,4	1264±59,0	1211±67,2
Содержание фосфора, мг/100 г	615±62,8	693±57,7	736±63,1	781±54,2	810±46,9	802±42,7	798±53,4
Степень зрелости по Шилевичу, °Ш	112,4±6,9	118,2±6,4	131,5±5,7	153,6±4,5	158,8±4,8	151,3±5,1	149,5±4,9
Кислотность, °Т	256,8±1,8	241,6±1,5	228,9±1,1	212,6±1,0	204,9±0,8	209,5±0,9	211,3±0,7

Из молока коров опытных групп были изготовлены образцы сыра типа «Российский» (табл. 3).

Анализ полученных данных свидетельствует, что сыры, изготовленные из молока с оптимальным содержанием казеина, превосходили аналоги, изготовленные из молока с более низким содержанием казеина по содержанию сухого вещества на 2,7–17,9%, общего белка – на 1,1–8,9%, жира – на 2,3–10,3%, кальция – на 7,1–34,1%, фосфора – на 3,7–31,7%. Сыры, изготовленные из молока с содержанием казеина 2,60% и ниже, по содержанию сухого вещества не соответствовали требованиям для твёрдых сортов, их можно отнести только к разряду полутвёрдых сыров.

Наиболее высокая степень зрелости отмечена у сыров из молока с содержанием казеина 2,71–2,80%, а самая низкая – до 2,40%. Разница составила 46,4°Ш (41,3%; $P < 0,001$). Это свидетельствует о том, что в сырах из молока с низким содержанием казеина биохимические процессы протекают менее интенсивно, чем из молока с оптимальным содержанием казеина. В результате кислотность этих сыров была сравнительно высокой (256,8–241,6°Т), что не соответствует техническим условиям для твёрдых сортов сыра и значительно снижает их вкусовые качества.

Вывод. Лучшим сырьём для производства твёрдых сортов сыра является молоко с содержанием казеина 2,71–2,80%, сывороточных белков – не более 0,65%, кальция – 131,4 мг%, фосфора – 100,6%.

Снижение содержания казеина в молоке приводит к увеличению продолжительности свёртывания под действием сычужного фермента, ухудшению качества казеинового сгустка, увеличению потерь питательных веществ при обработке сгустка, снижению интенсивности биохимических процессов при созревании сыра и, как следствие, ухудшению его вкусовых качеств.

Литература

1. Комарова Н.К., Косилов В.И. Снижение сроков преддильной подготовки нетелей с использованием лазерного излучения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 2 (46). С. 126–129.
2. Косилов В.И., Миронова И.В. Эффективность использования энергии рационов коровами чёрно-пёстрой породы при скормлении пробиотической добавки Ветоспорин-актив // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2 (52). С. 179–182.
3. Гриценко С. Молочная продуктивность и технологические свойства вымени чёрно-пёстрого скота // Молочное и мясное скотоводство. 2008. № 5. С. 27.
4. Ботанов С.Д., Старостина О.С. Молочная продуктивность первотёлок разной стрессоустойчивости // Зоотехния. 2005. № 2. С. 18–19.
5. Карамаяев С.В., Китаев Е.А., Валитов Х.З. Научные и практические аспекты интенсификации производства молока: монография. Самара: РИЦ СГСХА, 2009. 252 с.
6. Соболева Н.В., Карамаяев С.В., Ефремов А.А. Качество сыра из молока коров с разными генотипами каппа-казеина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 3 (31). С. 180–182.
7. Карамаяев С.В., Соболева Н.В. Качество сыра в зависимости от вида кормовых культур в рационе коров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 1 (29). С. 102–103.
8. Соболева Н.В., Карамаяев С.В., Карамаяева А.С. Качество сыра в зависимости от вида кормовых культур, используемых при приготовлении сенажа // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 6 (56). С. 145–147.