

Психротрофные бактерии сырого молока в технологии полутвердых сыров

Федосова Анна Николаевна

*ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина
Адрес: 308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 1
E-mail: fedosova.anna2011@yandex.ru*

Каледина Марина Васильевна

*ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина
Адрес: 308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 1
E-mail: kaledina_mv@bsaa.edu.ru*

Волощенко Людмила Викторовна

*ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина
Адрес: 308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 1
E-mail: voloshhenko_lv@bsaa.edu.ru*

В работе рассматривается негативное влияние психротрофных бактерий на сыропригодность молока и качество полутвердых сыров. Проведена идентификация этой группы бактерий, представлена динамика их роста при температурах хранения сырого молока 5, 10 и 15°C. Доказано наличие каталазы у данных бактерий и предложено использование этого свойства для их уничтожения с помощью обработки молока перекисью водорода (H₂O₂). Доказано, что количество перекиси водорода 0,015% чистого вещества H₂O₂ к массе молока не требует последующего внесения экзогенной каталазы. Перекись водорода является экологически безопасным окислителем, в процессе каталазной реакции расщепления H₂O₂ разлагается на воду и кислород. В процессе гибели психротрофных бактерий, вызванной перекисью водорода, улучшается сыропригодность молока: снижается расход сычужного фермента, образуется технологичный сгусток, развитие заквасочных молочнокислых культур не подавляется, что положительно сказывается на всех органолептических показателях зрелых сыров.

Ключевые слова: сырое коровье молоко, психротрофные бактерии, перекись водорода, каталазная активность, сычужная проба

Введение

Непрерывно возрастающий покупательский спрос на сыры требует увеличения выпуска продукции и требует увеличения количества молока для этой цели. Сыры являются молокозатратными продуктами и, удовлетворяя всем требованиям сыроделия молока для наращивания объема сыров недостаточно (Мордвинова, 2017, с. 28–29). Возникает необходимость повышения сыропригодности путем коррекции определенных показателей и свойств молока (Горбунова, Оверченко, 2014, с. 4). Перечень мер и приемов повышения сыропригодности молока известен и широко используются сыроделами. В их число входит предварительное созревание молока, внесение растворимых солей кальция, профилактика раннего и позднего вспучивания (Анискина, Шульженко, 2018, с. 33–34). До

сих пор нередко для подавления возможного роста маслянокислых бактерий используется селитра (нитраты калия или натрия), хотя в современных технологиях для предотвращения вспучивания сыров на поздних стадиях созревания используется лизоцим. Лизоцим – натуральный белок, выделяют из куриных яиц, он уже более 30 лет используется производителями сыров Западной Европы вместо токсичной для человека селитры (Fox, McSweeney, Cogan, Guinee, 2014).

Производство твердых и полутвердых сыров часто сопряжено с риском появления пороков, которые снижают органолептическую оценку при выпуске в реализацию. В развитии пороков возможны различные причины, но большинство пороков прямо или косвенно связаны с развитием микрофлоры (Рябцева, Ганина, Панова, 2019).

Классические сыры данной группы формируются из пласта, под слоем сыворотки. На первом этапе изготовления, включая процесс посолки, сыры не имеют рисунка («слепые»), все требуемые органолептические показатели формируются позже в процессе созревания^{1,2}. Рисунок на разрезе головки сыра (размер глазков, геометрия их расположения) является первым внешним признаком его качества, визитной карточкой ожидаемого запаха и вкуса (Johnson, 2017, pp. 9952–9965; Campbell, Marshall, 2016).

Полутвердые сыры должны соответствовать ГОСТ 32260–2013³. Выпускаемые в реализацию полутвердые сыры практически всегда имеют требуемую форму, массу головок, содержание влаги, соли и жира в сухом веществе, но, к сожалению, часто не соответствуют по рисунку (его просто нет), необходимому сырному запаху и ожидаемому вкусу (Law B.A., 1979, P. 497–509; Law B.A., 2001, P. 383–398; Machado, Baglinière, Marchand, Coillie, Block, Vanetti, Heyndrickx, 2017, P. 1–22).

В данной работе затронута причина, с которой начинается развитие любого порока, речь пойдет о психротрофной микрофлоре молока и ее влиянии на сыропригодность молока и качество сыров.

Развитию психротрофной микрофлоры способствует современная технология получения промышленного молока. Молоко в процессе доения поступает в танки-охладители, где охлаждается до температуры (4–5°C), резервируется и поступает на молокоперерабатывающее предприятие один раз в сутки, и при соблюдении всех санитарно-гигиенических условий получения молоко оценивается высшим сортом.

На предприятии молоко также охлаждается и тоже резервируется, что создает иллюзию качества и свежести молока, поскольку тормозится рост молочнокислых бактерий. Однако низкая температура и низкая кислотность создают оптимальные условия для бесконкурентного размножения психротрофной микрофлоры в сыром молоке (Ржечицкая, 2013, с. 152–156; Franciosi, Settanni, Cologna, Cavazza, Poznanski, 2011, P. 171–180), роль которой в должной мере не учитывается в сыроделии. Психротрофная микрофлора обладает высокой протеолитической и липолитической

активностью, активно выделяет соответствующие ферменты в окружающую их среду. С участием протеолитических ферментов происходит деструктурирование мицелл казеина, повышается доля молекулярного казеина и промежуточных продуктов его более глубокого расщепления (Baur, 2015, P. 23–29). В итоге нарушается процесс ферментативного свертывания молока сычужным ферментом животного происхождения (содержащем смесь химозина и говяжьего пепсина в различном соотношении), увеличивается расход сырья и потери белка с сывороткой (Najim, 1985). Согласно ГОСТ 32260–2013 в производстве полутвердых сыров должны использоваться молокосвертывающие ферменты животного происхождения. Современные свойства сырого молока привели к необходимости использования сыродельными заменителями ферментов животного происхождения (супарен, фромаза, максирен, реннин и др.) (Мягконосов, Абрамов, Мордвинова, Муничева, 2019, с. 11–13). Эти ферменты более дешевые и способны образовать сгусток в любом молоке. Отрицательной стороной их применения в производстве полутвердых сыров является не только способ их получения, сколько высокая протеолитическая активность. В сырах образуется избыток горьких продуктов гидролиза параказеина (пептоны, высокомолекулярные пептиды), неспособные в полной мере использоваться в последующих стадиях протеолиза, катализируемых ферментами заквасочных культур.

Для анализа возможных причин, влияющих на качество сыров, в качестве примера приведена характеристика реального молока, перерабатываемого в полутвердые сыры на одном из сыродельных предприятий Белгородской области. Из анализа микробиологических показателей сырья конкретных поставщиков следует: полутвердые сыры на предприятии вырабатываются только из молока высшего сорта, но по сычужно-бродильной пробе все поступающее на предприятие молоко оценивается 3 классом (ГОСТ 32901–2014)⁴. При общей оценке (ГОСТ 52054–2003⁵, с изм. 2017г) высший сорт, по сычужно-бродильной пробе молоко несyroпригодное: сгусток имеет многочисленные глазки, губчатый, мягкий на ощупь, вспучен, сыворотка часто мутная. Поскольку в молоке практически нет кишечной палочки и невысокое число соматических клеток, то причиной

¹ Кузнецов В.В., Шилер Г.Г. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры / под ред. Г.Г. Шилера. СПб.: ГИОРД, 2003. Т. 3. 12 с.

² Лях В.Я., Шергина И.А., Садовая Т.Н. Справочник сыродела. СПб.: Профессия, 2011. 680 с.

³ ГОСТ 32260–2013. Сыры полутвердые. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 21 с.

⁴ ГОСТ 32901–2014. Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа. М.: Стандартинформ, 2015. 28 с.

⁵ ГОСТ Р 52054–2003. Молоко коровье сырое. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2017. 24 с.

низкого показателя сычужно-бродильной пробы может быть высокое число психротрофных бактерий и ее воздействие на казеин, и требуется большое искусство сыроваров, чтобы из такого молока выработывать качественный сыр.

Отрицательная роль психротрофной микрофлоры на сыропригодность молока обсуждается как производителями, так и учеными (Прошкина, Белов, Вистовская, 2012, с. 14–17; Ганина, 2010, с. 12–13). Для повышения сыропригодности и снижения отрицательного действия психрофильной микрофлоры, Т. Шингарева (Шингарева, 2014, с. 53–59) предлагает перед созреванием молока проводить его термомеханическую обработку. Обработка включает ряд последовательных технологических операций: термизация, бактофугирование, последующее охлаждение до 8–12°C и созревание молока до титруемой кислотности не выше 19 °Т, и после этого молоко следует пастеризовать. Такая последовательность операций способствует и повышению скорости свертывания молока и повышению качества сыра. Изложенный выше способ повышения сыропригодности и качества получаемых сыров дает положительный результат, но энергоемкий и вряд ли найдет широкое применение в реальном сыроделии.

Цель работы: исключить негативное влияние психротрофных бактерий на сыропригодность молока и обеспечить, при соблюдении необходимых параметров технологических операций, высокое качество полутвердых сыров с помощью предварительной обработки сырого молока перекисью водорода без последующего внесения каталазы.

Гипотеза: Обнаружение в молоке и молочной продукции микрококков, энтерококков, стафилококков и споровых аэробных палочек основано на определении наличия каталазы, продуцируемой этими микроорганизмами. Перечисленные бактерии хорошо растут при положительных низких температурах и высокой концентрации хлорида натрия (свыше 5%). Допустимый уровень их содержания в молочных продуктах не более $1 \cdot 10^4$ КОЕ/см (ГОСТ 33568–2015⁶). Известная информация положена в основу рабочей гипотезы обезвреживания сырого молока от психротрофных бактерий за счет внесения в молоко перекиси водорода, в количестве контролируемой каталазной реакции, чтобы исключить внесение дополнительной экзо-

генной каталазы. Смысл процесса заключается в химическом взаимодействии H_2O_2 и каталазы, локализованной на оболочках клеток перечисленных бактерий и возможности протекания реакции Фентона (Aminand, Olson, 1967, P. 97–101). Предполагаемый механизм реакции должен обеспечивать высокую скорость процесса, а промежуточные продукты реакции должны повышать чувствительность молока к сычужному ферменту, повышать активность роста заквасочных культур в процессе выработки сыра, исключать возможность вспучивания длительно созревающих сыров и обеспечивать типичные органолептические показатели готовой продукции.

Материалы и методы исследования

Для исследования состава и роста психротрофных бактерий в сыром молоке использовали сборное молоко фермерского хозяйства Белгородской области. Молоко хранили при температурах 5, 10, 15°C в течение 24, 36, 48 часов.

Для идентификации бактерий сырого молока использовался чашечный способ учета, путем посева на соответствующие питательные среды. Определялись: общее число бактерий (МПА с 1% глюкозы), плесени и дрожжи (сусло-агар), молочнокислые бактерии (гидролизованное молоко с 1% глюкозы), протеолитические бактерии (молочный агар), маслянокислые бактерии (пробирки с гидролизованным молоком и 1% глюкозы. в анаэробных условиях). Бактерии группы кишечных палочек выделялись со среды Кесслера на среду Эндо, проводилась окраска по Грамму. Для идентификации грамотрицательных палочек использовалась среда Симонса и среда Гисса с глюкозой. Каждый тип колоний после микроскопирования выделялся в чистую культуру путем пересева в жидкие среды или косой агар, с последующим микроскопированием окрашенных препаратов.

Для определения каталазной активности психротрофных бактерий в молоке использовали несложную методику, изложенную в ГОСТ 33568–2015⁷.

Каталазную активность сырого молока измеряли газометрическим методом. Метод основан на учете объема кислорода, выделяющегося при

⁶ ГОСТ 33568–2015. Молоко и молочная продукция. Методы определения солеустойчивых микроорганизмов. М.: Стандартинформ, 2016. 21 с.

⁷ ГОСТ 33568–2015 Молоко и молочная продукция. Методы определения солеустойчивых микроорганизмов. М.: Стандартинформ, 2016. 15 с.

разложении перекиси водорода, взятой в избытке. Компоненты реакции: сырое молоко – 15 см³, нейтрализованное до pH 7, перекись водорода 3%-ный раствор, 5 см³. температура 22± 2°C (комнатная). Выделение объема кислорода измеряли по объему вытесненной воды из бюретки, подкрашенной для контраста метиленовой синью. Система должна быть герметичной. Перед измерением устанавливался мениск нулевого уровня воды в бюретке с помощью стеклянной груши, с водой связанной резиновой трубкой с основной бюреткой по типу сообщающихся сосудов. В момент соединения компонентов реакции открывали кран, соединяющий «реактор» с бюреткой и измеряли объем кислорода по объему вытесненной воды в грушу из бюретки.

Для обнаружения перекиси водорода в молоке использовали методику с иодидом калия в подкисленной среде по ГОСТ 24067–80⁸.

Активность сычужного фермента определялась с помощью кружки ВНИИМС. Объем молока в кружке 1дм³, раствор сычужного фермента водный свежий 2,5%-ный, количество 10 см³ (выливали в кружку через широкую часть пипетки), быстро перемешивали и, отрыв отверстие, фиксировали момент образования сгустка (по моменту образования сгустка, прекращение истечения смеси).

Результаты

В данной работе приводятся собственные исследования по изучению состава и количества микрофлоры сырого молока и способ инактивации психротрофных бактерий. Количественная характеристика первичной микрофлоры сырого молока изучалась для условий хранения при температуре 5, 10 и 15°C в течение 24 ч. Использовалось сырое летнее молоко фермерского хозяйства. Маслянокислых бактерий и плесеней в молоке обнаружено не было, количество дрожжей незначительное. Согласно идентификации на среде Симонса все грамотрицательные палочки были цитратно-положительными, относятся к энтеробактериям, рода *Citrobacter*.

Влияние условий хранения на содержание различных групп микроорганизмов в сыром молоке приводится на Рисунке 1.

Из диаграммы (Рисунок 1) следует: в микрофлоре сырого молока преобладают молочнокислые бактерии, их доля составляет не менее 74%. С течением времени абсолютное число бактерий всех групп увеличивается, при этом долевое соотношение между группами бактерий изменяется незначительно.

Научный интерес представлял анализ содержания психротрофных бактерий в общем количе-

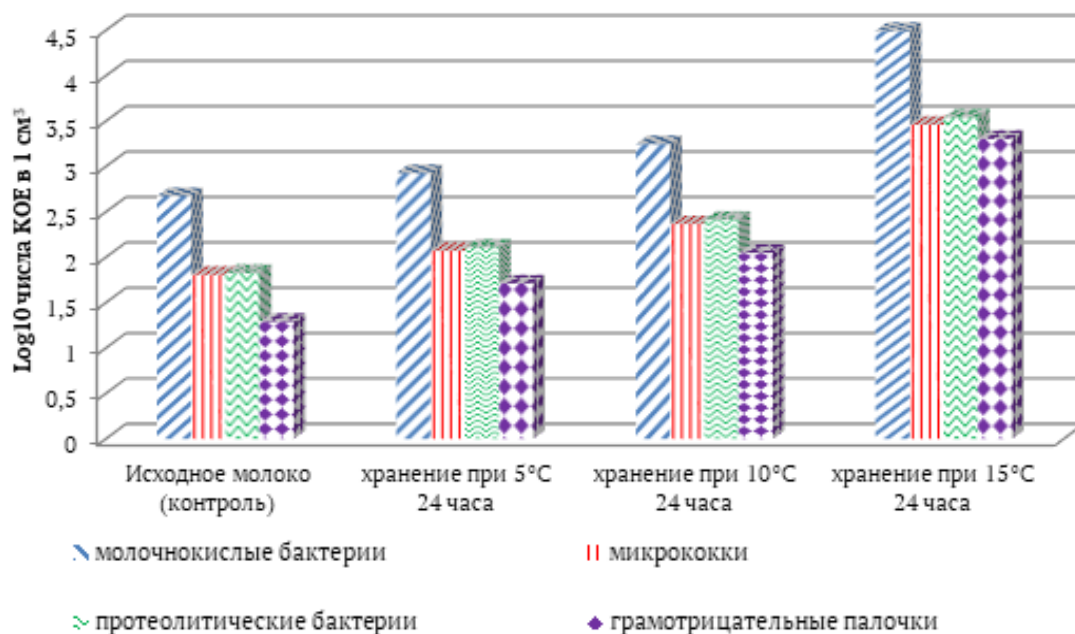


Рисунок 1. Влияние условий хранения на содержание различных групп бактерий в сыром молоке

⁸ ГОСТ 24067–80. Межгосударственный стандарт. Молоко. Метод определения перекиси водорода. Milk. Methods of hydrogen peroxide determination. М.: Стандартинформ, 2009. 3 с.

стве бактерий сырого молока, хранившегося при различной температуре. Влияние температуры хранения на соотношение содержания молочнокислых и психротрофных бактерий в сыром молоке приводится в Таблице 1.

Психротрофные бактерии всегда есть и будут в сыром молоке (Свириденко, Мордвинова, 2013, с. 12–14). Их доля в общем количестве бактерий весьма значительная (не менее 25–26%). С повышением температуры хранения молока до 15°C усиливается рост молочнокислых бактерий, доля психротрофов в общем числе бактерий понижается до 21% (Таблица 1).

В абсолютном выражении количество психротрофных бактерий при хранении молока (Таблица 1) в течение суток при температуре 5°C повышается в 1,8 раза, при температуре 10°C – в 3,7 раза, при

15°C их число возрастает уже в 52 раза относительно исходного содержания в молоке (Таблица 1).

Для отработки методики перекисного способа инактивации психротрофных бактерий сырого молока, в работе выполнено предварительное исследование по измерению каталазной активности сырого молока, хранившегося при температуре 10 °C в течение 24, 36 и 48 часов газометрическим методом.

Влияние продолжительности хранения сырого молока и длительности измерения каталазной активности в пробе при условии внесения избытка перекиси водорода приводится на Рисунке 2.

Из Рисунка 2 следует, что каталазная реакция протекает быстро и 90–95% кислорода выделяется уже в течение 30 минут. Данный факт указывает, что гибель психротрофных бактерий при добав-

Таблица 1.

Влияние температуры хранения на соотношение содержания молочнокислых и психротрофных бактерий в сыром молоке (n>3, P=0,05)

Условия хранения сырого молока	Общее количество бактерий, КОЕ, тыс./см ³	Молочнокислые бактерии		Психротрофные бактерии	
		количество, КОЕ, тыс./см ³	% от общего количества бактерий	количество, КОЕ, тыс./см ³	% от общего количества бактерий
Исходное молоко (контроль)	623,6	461,5	74%	162,1	26,0
5°C (24 ч.)	1148,4	849,8	74	298,6	26,0
10°C (24 ч.)	2379,5	1772,7	74,5	604,2	25,4
15°C (24 ч.)	39700	31283,6	78,8	8416,4	21,2

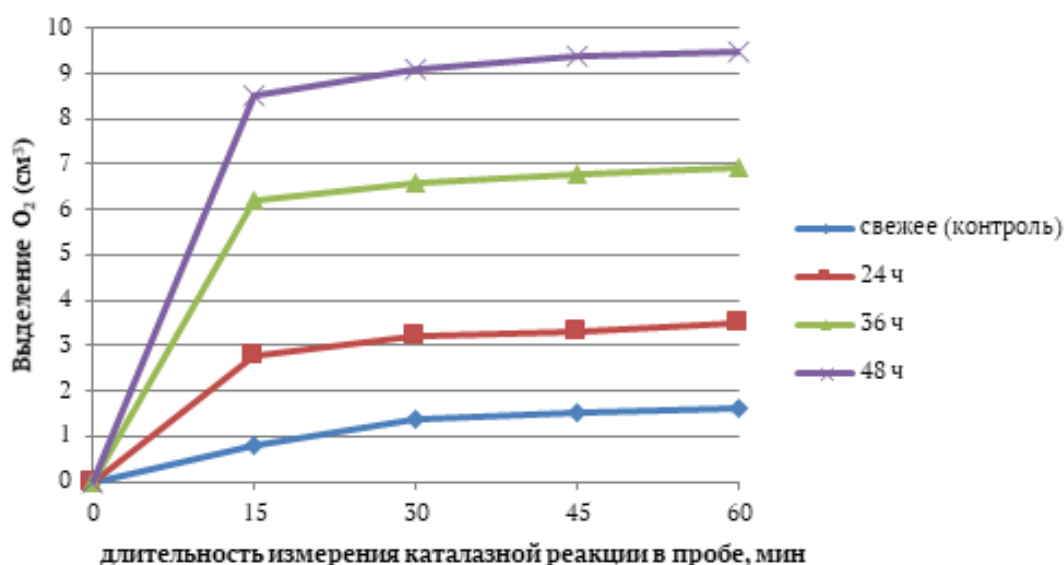


Рисунок 2. Влияние продолжительности хранения сырого молока и длительности измерения каталазной активности в пробе при условии внесения избытка перекиси водорода

Таблица 2.

Влияние перекисной обработки сырого молока на активность сычужного фермента

№ образца	Расход фермента, г на 100 дм ³ сырого молока		Расход фермента в опыте относительно контроля, %
	Опыт (после обработки H ₂ O ₂).	Контроль (без обработки H ₂ O ₂)	
1	2,25	3,25	69,2
2	1,85	3,0	61,7
3	1,50	2,25	66,6
4	2,0	3,25	61,5
5	1,75	2,20	70,0

лении перекиси водорода в молоко также будет протекать быстро, за тот же промежуток времени.

Далее экспериментально выявлена концентрация перекиси водорода достаточная для гибели психротрофных бактерий при отсутствии остатка перекиси, что исключает необходимость дополнительного внесения экзогенной каталазы в молоко.

В сырое холодное молоко вносили перекись водорода в количестве от 0,01 до 0,03% с шагом 0,005% в расчете на чистое вещество H₂O₂, в форме 10%-ного раствора, смесь перемешивали и выполняли анализ на обнаружение стартового содержания перекиси. Для повышения скорости реакции Фентона между перекисью водорода и каталазой психрофильных бактерий молоко нагревали до температуры 50°C с выдержкой 30 мин. Молоко, обработанное перекисью водорода, охлаждали до температуры 22±2°C (комнатная) и определяли наличие возможного остатка H₂O₂. Для обнаружения перекиси водорода в молоке использовали ГОСТ 24067–80⁹.

Оптимальным содержанием в молоке признано 0,015% чистого вещества H₂O₂. При данной концентрации перекись водорода обнаруживается при ее внесении и реакция отрицательная в конце обработки молока через 30 мин. Необходимо заметить, что перекись водорода неустойчивое вещество и при последующей пастеризации, даже остаточное содержание в концентрации ниже предела чувствительности метода обнаружения неизбежно разрушится.

В работе экспериментально проверена чувствительность сырого молока к сычужному ферменту после его предварительной обработки перекисью водорода в количестве к массе молока 0,015% (в пересчете на вещество H₂O₂) при температуре 50°C с выдержкой 30 мин. Контрольные образцы сырого молока перекисью водорода не

обработывались. Эксперимент выполнен в 5-кратной повторности на разных образцах молока, предварительно хранившихся при температуре 5°C в течение суток. Хлористый кальций и закваску в молоко не вносили. Использовали свежий водный 2,5% раствор сычужного фермента марки Clerici, в 1 дм³ молока с температурой 32°C вносили 10см³ 2,5%-ный раствор фермента.

Влияние перекисной обработки сырого молока на активность сычужного фермента отражено в Таблице 2.

Из таблицы 2 следует, что после обработки сырого молока перекисью водорода в количестве 0,015% (в пересчете на вещество H₂O₂) при 50°C с выдержкой 30 мин можно сократить расход порошка сычужного фермента на 34±4%, при отличном качестве сгустка.

Из дополнительно проведенных исследований по изучению влияния различных концентраций перекиси водорода и продолжительности ее воздействия на сычужное свертывание молока (сычужная проба в модификации З. Х. Диланяна) выявлены следующие факты. Пределы концентрации перекиси водорода в молоке от 0,015 до 0,15% (по содержанию вещества H₂O₂) и воздействию не более 30 минут активность сычужного фермента повышаются. С превышением времени обработки молока перекисью водорода до 60 минут сычужная активность молока понижается до уровня контрольной или ниже контрольной пробы.

Обсуждение

Как показали наши исследования, все перечисленные психротрофные бактерии дают положительную реакцию на наличие каталазы. Для определения каталазной активности микробных

⁹ ГОСТ 24067–80. Молоко. Метод определения перекиси водорода. М.: Стандартинформ, 2009. 3 с.

клеток использовали методику, изложенную в ГОСТ 33568–2015¹⁰. Доказанный факт наличия каталазы у психротрофных бактерий является важным фактором, который можно использовать для ее инактивации в сыром молоке и для повышения сыропригодности молока и качества сыров.

Каталаза является субстратно-специфичным ферментом на перекись водорода (H_2O_2). В процессе реакции перекись водорода реагирует с активным центром фермента каталазы (с железом гема), протекает реакция Фентона, и в течение короткого времени каталазоположительные клетки погибают. Конечными продуктами расщепления перекиси являются вода и молекулярный кислород. Необходимо отметить, что низкие концентрации перекиси не вызывают гибели молочнокислых бактерий, они каталазоотрицательные и при их развитии (особенно палочек) в среде всегда обнаруживается перекись водорода, которая является одним из факторов лечебно-профилактического действия молочнокислых бактерий на организм человека (Каледина, Федосова, Байдина, 2019, с. 72–75; Горелов, Усенко, 2006, с. 53–57; Николаева, 2013, с. 78–80).

Каталазная реакция разложения перекиси водорода с участие каталазы психрофильных бактерий обогащает среду веществами, положительно влияющими на сыропригодность молока. В результате повышается чувствительность к сычужному ферменту, образуется технологичный сгусток, снижаются потери белка, практически маловероятно вспучивание при созревании, не требуется профилактика вспучивания сыра. В итоге получают типичные сыры с рисунком, запрограммированным используемой видовой закваской молочнокислых бактерий.

На положительное воздействие обработки сырого молока перекисью водорода в количестве 0,01–0,02% с последующей пастеризацией на активность сычужного фермента, на улучшение синергетических свойств сгустка, активацию роста молочнокислых бактерий заквасочных культур и положительного влияния на консистенцию готового сыра указывает в своей работе Шергин А.Н (Шергин, 2008, с. 17–19) и ряд других авторов (Walker, Aml, 1965, pp. 36–40; Aminand, Olson, 1967, pp. 97–101).

Оптимальная концентрация перекиси водорода, используемой с целью инактивации психротрофных бактерий в молоке, предназначенного для выработки сыра 0,015% по веществу H_2O_2 , а про-

должительность обработки зависит от температуры молока.

Для пищевых продуктов должна использоваться «Перекись водорода медицинская» ГОСТ 177–88¹¹. При использовании 30%-ного раствора перекиси водорода для достижения ее концентрации в молоке равной 0,015% H_2O_2 в расчете на 1000 кг молока потребуется 500 г или по объему 450 см³ концентрированного раствора H_2O_2 (плотность 30% раствора перекиси водорода 1,112 г/см³). Вносить перекись водорода следует в виде 10%-го раствора. Разбавлять необходимо перед ее использованием в соотношении 450 см³ 30%-ной перекиси водорода и 900 см³ дистиллированной воды.

Для промышленного производства сыров предлагаем два способа перекисной обработки молока:

1. Перекись водорода можно вносить в холодное молоко после приемки непосредственно в резервуар хранения на период 1–2 часа перед его использованием. Далее молоко пастеризуется и обрабатывается в соответствии с технологией вырабатываемого сыра. Такой способ наиболее приемлемый для крупного поточного способа производства сыров.
2. Перекись водорода можно вносить в подогретое до 50°C молоко с выдержкой при перемешивании в течение 30 мин, затем подогреть до температуры пастеризации и далее следуют все операции в соответствии с технологической инструкцией вырабатываемым сыром.

Выводы

Обработка молока раствором перекиси водорода в количестве 0,015% (в пересчете на вещество H_2O_2) к массе молока в течение короткого времени вызывает гибель психрофильных бактерий, при этом не требуется экзогенного внесения каталазы (ее источником являются психротрофные бактерии). Достоверно доказано повышение чувствительности молока к сычужному ферменту, образуется технологичный сгусток, снижаются потери белка, практически маловероятно вспучивание при созревании, и в целом получают типичные сыры с рисунком, запрограммированным используемой видовой закваской молочнокислых бактерий. Чтобы получить максимальный эффект, требуется использование сычужного фер-

¹⁰ ГОСТ 33568–2015. Молоко и молочная продукция. Методы определения солеустойчивых микроорганизмов. М.: Стандартинформ, 2016. 15 с.

¹¹ ГОСТ 177–88. Водорода перекись. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2006. 12 с.

мента животного происхождения, типовая закладка высокого качества, соблюдение параметров и режимов технологических операций, предусмотренных инструкцией для конкретного сыра.

Литература

- Анискина М.В., Шульженко Е.Р. Сыропригодность молока и пути повышения его качества // *Вестник современных исследований*. 2018. № 12.4(27). с. 33–34.
- Ганина В.И. Микробиологический контроль сырого молока // *Молочная промышленность*. 2010. № 2. С.12–13.
- Горбунова Ю.А., Оверченко А.С. Сыропригодность молока и методы ее повышения // *Аграрное образование и наука*. 2014. № 3. с. 4.
- Горелов А.В., Усенко Д.В. Пробиотики: механизмы действия и эффективность при инфекциях желудочно-кишечного тракта // *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2006. № 4. С 53–57.
- Каледина М.В., Федосова А.Н., Байдина И.А. Антипатогенная активность национальных кисломолочных напитков // *Пищевая промышленность*. № 10. 2019. с. 72–75. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10163>
- Мордвинова В.А. Ресурсы импортозамещающих технологий сыров // *Сыроделие и маслоделие*. 2017. № 4. с. 28–29.
- Мягконосов Д.С., Абрамов Д.В., Мордвинова В.А., Муничева Т.Э., Овчинникова Е.Г. Обзор российского рынка молокосвертывающих препаратов и перспективы его развития // *Сыроделие и маслоделие*. 2019. № 2. с. 11–13. <https://doi.org/10.31515/2073-4018-2019-2-11-13>
- Николаева С.В. Роль молочнокислых бактерий в здоровье человека // *Лечащий врач: медицинский научный портал*. 2013. № 2. с. 78–80.
- Прошкина Т.Г., Белов А.Н., Вистовская В.П. О сырье для сыроделия // *Сыроделие и маслоделие*. 2012. № 1. с. 14–17.
- Ржещицкая Л.Э. Проблемы микробиологической безопасности молочного сырья. Роль первичной обработки // *Вестник Казанского технологического университета*. 2013. № 1. с. 152–156.
- Рябцева С.А., Ганина В.И., Панова Н.М. Микробиология молока и молочных продуктов: учебное пособие. 2-е изд. СПб.: Лань, 2019. 192 с.
- Свириденко Г.М., Мордвинова В.А. Требования к сырному молоку для сыроделия // *Сыроделие и маслоделие*. 2015. № 3. с. 12–14.
- Шергин А.Н. Причины появления в сырах порока «горький вкус» и меры по его предупреждению и устранению // *Сыроделие и маслоделие*. 2008. № 3. с. 17–19.
- Шингарева Т. Влияние сыропригодности молока на качество сыра // *Продукт.ВУ*. 2014. № 13(139). с. 53–59.
- Aminand V.M., Olson N.F. Factors Affecting the Resistance of Staphylococcus Aureus to Hydrogen Peroxide Treatments in Milk // *Applied Microbiology*. 1967. Vol. 15, issue 1. P. 97–101.
- Campbell J.R., Marshall R.T. Dairy production and processing: The science of milk and milk products. Long Grove: Waveland Press, 2016. 521 p.
- Johnson M.E. A 100-year review: cheese production and quality // *Journal of Dairy Science*. Vol. 100, issue 12. 2017. P. 9952–9965. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12979>
- Law B.A. Controlled and accelerated cheese ripening: the research base for new technology // *International Dairy Journal*. 2001. Vol. 11, issue 4. P. 383–398. [https://doi.org/10.1016/s0958-6946\(01\)00067-x](https://doi.org/10.1016/s0958-6946(01)00067-x)
- Law B.A., Andrews A.T., Cliffe A.J., Sharpe M.E., Chapman H.R. Effect of proteolytic raw milk psychrotrophs on cheddar cheese-making with stored milk // *Journal of Dairy Research*. 1979. Vol. 46, issue 3. P. 497–509. <https://doi.org/10.1017/S0022029900017520>
- Baur C., Krewinkel M., Kranz B, Von Neubeck M., Wenning M., Scherer S., Stoeckel M., Hinrichs J., Stresler T., Fischer L. Quantification of the proteolytic and lipolytic activity of microorganisms isolated from raw milk // *International Dairy Journal*. 2015. Vol. 49. P. 23–29. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.04.005>
- Fox P.F., McSweeney P.L.H., Cogan T.M, Guinee T.P. Cheese: chemistry, physics and microbiology. 3rd ed. London: Elsevier, 2004. Vol. 1. 578 p.
- Franciosi E., Settanni L., Cologna N., Cavazza A., Poznanski E. Microbial analysis of raw cows' milk used for cheese-making: influence of storage treatments on microbial composition and other technological traits // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2011. Vol. 27. P. 171–180. <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0443-2>
- Machado S.G., Baglinière F., Marchand S., Coillie E.V., Block J.D., Vanetti M.C.D., Heyndrickx M. The biodiversity of the microbiota producing heat-resistant enzymes responsible for spoilage in processed bovine milk and dairy products // *Frontiers in Microbiology*. 2017. Vol. 8. P. 1–22. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00302>
- Najim N.H. The effect of psychrotrophic bacterial contamination on the quality of cheddar cheese. Louisiana: LSU Historical Dissertations and Theses, 1985. 332 p.
- Walker G.C., Aml G.H. Hydrogen peroxide as a bactericide for staphylococci in cheese milk // *Journal of Milk and Food Technology*. 1965. Vol. 28. P. 36–40.

Psychrotrophic Bacteria of Raw Milk in the Technology of Semi-Hard Cheese

Anna N. Fedosova

*Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorina
1, Vavilova str., Belgorod region, 308503, Russian Federation
E-mail: fedosova.anna2011@yandex.ru*

Marina V. Kaledina

*Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorina
1, Vavilova str., Belgorod region, 308503, Russian Federation
E-mail: kaledina_mv@bsaa.edu.ru*

Lyudmila V. Voloshenko

*Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorina
1, Vavilova str., Belgorod region, 308503, Russian Federation
E-mail: voloshhenko_lv@bsaa.edu.ru*

Abstract. The article considers the negative impact of psychrotrophic bacteria on the cheese suitability of milk and the quality of semi-hard cheeses. This group of bacteria was identified, the dynamics of their growth are presented at storage temperatures of raw milk of 5, 10 and 15°C. The presence of catalase in these bacteria was proved and the use of this property for their destruction by treating milk with hydrogen peroxide (H₂O₂) was proposed. It is proved that the amount of hydrogen peroxide is 0.015% of the pure substance H₂O₂ to the mass of milk does not require the subsequent introduction of exogenous catalase. Hydrogen peroxide is an environmentally friendly oxidizing agent; in the course of the catalase decomposition reaction, H₂O₂ decomposes into water and oxygen. In the process of the destruction of psychrotrophic bacteria caused by hydrogen peroxide, the suitability of milk for cheese is improved: rennet consumption decreases, a technological clot forms, the development of starter cultures of lactic acid cultures is not suppressed, which positively affects all organoleptic characteristics of mature cheeses.

Keywords: raw cow's milk, psychrotrophic bacteria, hydrogen peroxide, catalase activity, rennet sample

References

- Aniskina M.V., Shul'zhenko E.R. Syroprigodnost' molo-ka i puti povysheniya ego kachestva [Raw milk Suitability and ways to improve its quality]. *Vestnik sovremennykh issledovaniy [Bulletin of Contemporary Research]*, 2018, no. 12.4(27), pp. 33–34.
- Ganina V.I. Mikrobiologicheskii kontrol' syrogo molo-ka [Microbiological control of raw milk]. *Moloch-naya promyshlennost' [Dairy industry]*, 2010, no. 2, pp. 12–13.
- Gorbunova Yu.A., Overchenko A.S. Syroprigodnost' moloka i metody ee povysheniya [Syro-prigodnogo milk and methods of its increase]. *Agrarnoe obra-zovanie i nauka [Agricultural education and science]*, 2014, no. 3, P. 4.
- Gorelov A.V., Usenko D.V. Probiotiki: mekhanizmy de-istviya i effektivnost' pri infektsiyakh zheludoch-no-kishechnogo trakta [Probiotics: mechanisms of action and effectiveness in gastroin-testinal infections]. *Epidemiologiya i infeksionnye bolezni [Epidemiology and infectious diseases]*, 2006, no. 4, pp. 53–57.
- Kaledina M.V., Fedosova A.N., Baidina I.A. Antipa-togennaya aktivnost' natsional'nykh kislomoloch-nykh napitkov [Antagonistic activity of the national dairy beverages]. *Pishchevaya promyshlennost' [Food processing industry]*, 2019, no. 10, pp. 72–75. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10163>
- Mordvinova V.A. Resursy importozameshchayushchikh tekhnologii syrov [Resources of import-substituting cheese technologies]. *Syrodellie i maslodellie [Cheese making and butter making]*, 2017, vol. 4, pp. 28–29.
- Myagkonosov D.S., Abramov D.V., Mordvinova V.A., Munchieva T.E., Ovchinnikova E.G. Obzor rossiisko-go rynka molokosvertyvayushchikh preparatov i per-spektivy ego razvitiya [Review of the russian market of milk clotting preparations and prospects of its de-

- velopment]. *Syrodellie i maslodellie [Cheese making and butter making]*, 2019, vol. 2, pp. 11–13. <https://doi.org/10.31515/2073-4018-2019-2-11-13>
- Nikolaeva S.V. Rol' molochnokislykh bakterii v zdorov'e cheloveka [Role of lactic acid bacteria in human health]. *Lechashchii vrach: meditsinskii nauchnyi portal*, 2013, vol. 2, pp. 78–80.
- Proshkina T.G., Belov A.N., Vistovskaya V.P. O syr'e dlya syrodellia [Of raw material for cheesemaking]. *Syrodellie i maslodellie [Cheese making and butter making]*, 2012, vol. 1, pp. 14–17.
- Ryabtseva S.A., Ganina V.I., Panova N.M. Mikrobiologiya moloka i molochnykh produktov: uchebnoe posobie [Microbiology of milk and dairy products: textbook]. 2nd ed. S-Peterburg: Lan', 2019. 192 p.
- Rzhechitskaya L.E. Problemy mikrobiologicheskoi bezopasnosti molochnogo syr'ya. Rol' pervichnoi obrabotki [Problems of microbiological safety of raw milk. The role of the primary processing]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Kazan Technological University Bulletin]*, 2013, vol. 1, pp. 152–156.
- Shergin A.N. Prichiny poyavleniya v syrakh poroka «gor'kii vkus» i mery po ego preduprezhdeniyu i ustraneniyu [Reasons for the appearance of the “bitter taste” defect in cheeses and measures to prevent and eliminate it]. *Syrodellie i maslodellie [Cheese making and butter making]*, 2008, vol. 3, pp. 17–19.
- Shingareva T. Vliyanie syroprigodnosti moloka na kachestvo syra [Influence of raw milk suitability on the quality of cheese]. *Produkt.BY [Product.BY]*, 2014, vol. 13(139), pp. 53–59.
- Sviridenko G.M., Mordvinova V.A. Trebovaniya k syromu moloku dlya syrodellia [Requirements for raw milk for cheese making]. *Syrodellie i maslodellie [Cheese making and butter making]*, 2015, vol. 3, pp. 12–14.
- Aminand V.M., Olson N.F. Factors Affecting the Resistance of Staphylococcus Aureus to Hydrogen Peroxide Treatments in Milk. *Applied Microbiology*, 1967, vol. 15, issue 1, pp. 97–101.
- Baur C., Krewinkel M., Kranz B, Von Neubeck M., Wenning M., Scherer S., Stoeckel M., Hinrichs J., Stressler T., Fischer L. Quantification of the Proteolytic and Lipolytic Activity of Microorganisms Isolated from Raw Milk. *International Dairy Journal*, 2015, vol. 49, pp. 23–29. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.04.005>
- Campbell J.R., Marshall R.T. Dairy Production and Processing: The Science of Milk and Milk Products. Long Grove: Waveland Press, 2016. 521 p.
- Fox P.F., McSweeney P.L.H., Cogan T.M, Guinee T.P. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 3rd ed. London: Elsevier, 2004. Vol. 1. 578 p.
- Franciosi E., Settanni L., Cologna, N., Cavazza A., Poznanski E. Microbial Analysis of Raw Cows' Milk Used for Cheese-Making: Influence of Storage Treatments on Microbial Composition and Other Technological Traits. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2011, vol. 27, pp. 171–180. <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0443-2>
- Johnson M.E. A 100-Year Review: Cheese Production and Quality. *Journal of Dairy Science*, vol. 100, issue 12, 2017, pp. 9952–9965. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12979>
- Law B.A. Controlled and Accelerated Cheese Ripening: The Research Base for New Technology. *International Dairy Journal*, 2001, vol. 11, issue 4, pp. 383–398. [https://doi.org/10.1016/s0958-6946\(01\)00067-x](https://doi.org/10.1016/s0958-6946(01)00067-x)
- Law B.A., Andrews A.T., Cliffe A.J., Sharpe M.E., Chapman H.R. Effect of Proteolytic Raw Milk Psychrotrophs on Cheddar Cheese-Making with Stored Milk. *Journal of Dairy Research*, 1979, vol. 46, no. 3, pp. 497–509. <https://doi.org/10.1017/S0022029900017520>
- Machado S.G., Baglinière F., Marchand S., Coillie E.V., Block J.D., Vanetti M.C.D., Heyndrickx M. The Biodiversity of the Microbiota Producing Heat-Resistant Enzymes Responsible for Spoilage in Processed Bovine Milk and Dairy Products. *Frontiers in Microbiology*, 2017, vol. 8, pp. 1–22. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00302>
- Najim N.H. The Effect of Psychrotrophic Bacterial Contamination on the Quality of Cheddar Cheese. Louisiana: LSU Historical Dissertations and Theses, 1985. 332 p.
- Walker G.C., Aml. G.H. Hydrogen Peroxidease Bactericide for Staphylococci in Cheese Milk. *Journal of Milk and Food Technology*, 1965, vol. 28, pp. 36–40.