

Однако широкое внедрение этих прогрессивных методов в нашей стране сдерживается крайней технической отсталостью и достаточно дорогостоящим аппаратным оформлением, отсутствием современного отечественного оборудования и моющих средств.

Заключение

Производство альбуминного творога из молочной сыворотки является идеальным решением ее полной переработки для предприятий, имеющих выход от 20 до 200 тонн подсырной или творожной сыворотки в сутки. Альбуминный творог является готовым молочным продуктом, в который можно вносить различные виды вкусовых добавок, наполнителей с кусочками фруктов, что сделает продукт привлекательным для клиентов, а также его можно использовать как один из компонентов при производстве плавленых сыров и намазочных паст.

Литература

1. Кравченко Э.Ф., Яковлева О.А. Рациональное использование молочной сыворотки // Молочная промышленность, № 8, 2007
2. Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности. Образование и использование. – М., Экономика, 1984
3. Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Никульникова И.К. и др. Экологичность и экономичность переработки лактозосодержащего сырья. Матер. научно-теор. конф., Углич, 1995
4. Крусь Г.Н., Храмцов А.Г., Волокитина З.В., Карпычев С.В. Технология молока и молочных продуктов. М., Колос, 2006
5. Храмцов А.Г., Василисин С.В., Холодов Г.И. Биотехнология алкогольсодержащих напитков из молочного сырья. Учебное пособие. Ставрополь, 1999.

УДК 637.3

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ НА КАЧЕСТВО СЫРОВ, ВЫРАБАТЫВАЕМЫХ С УЧАСТИЕМ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

Заболоцкая Т.А. (НПЦ НАН Беларуси по продовольствию, Минск), Давыдова Е.А., к.т.н., (Белорусский государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством, Минск)

Введение

В Республике Беларусь четко наметилась тенденция к увеличению ассортимента сыров, повышению конкурентоспособности продукции на внешних и внутреннем рынке. Сыродельные заводы стремятся освоить выпуск новых видов сыров, в связи с государственной программой по импортозамещению. Одними из таких видов являются сыры с высокой температурой второго нагревания типа Маасдаммер, Эмменталь. У этих сыров характерный рисунок: на разрезе крупные глазки, величиной с орех. Этим сырам присущ свойственный только ему неострый, сладковатый вкус с фруктово-ореховым оттенком. Однако импортные сыры этой группы занимают высокий ценовой диапазон, поэтому перед предприятиями РБ стояла задача освоения сыров этой группы при уменьшении их себестоимости.

Основная часть

Сыры с высокой температурой второго нагревания имеют сложную технологию производства и срок созревания их составляет не менее 3 месяцев. Однако на ряде сыродельных заводов с помощью иностранных специалистов освоен выпуск аналогичных сыров с низкой температурой второго нагревания и со сроком созревания 4-6 недель. Это сыры «Каложский» (ОАО «Молочный мир»), «Радзивилл» (ОАО «Березовский сыродельный комбинат»), «Маасдам - Премьер» (ОАО «Слущкий сыродельный комбинат»).

На качество этих сыров влияет множество факторов: повышенные требования к составу и качеству молока, использование специальных видов заквасок, определенная температура второго нагревания, определенная активная кислотность сыра после прессования, массовая доля влаги в сыре, массовая доля соли в сыре, применение в процессе созревания нескольких температурных режимов, соответствующая упаковка [1].

В основе технологии лежат два типа брожения: молочнокислое и пропионовокислое, которые осуществляются поэтапно. На первом этапе происходит развитие мезофильных, затем термофильных молочнокислых бактерий, а при созревании в бродильной камере развиваются пропионовокислые бактерии. Пропионовокислые бактерии – представители необходимой микрофлоры для производства большинства сыров с высокими и средними температурами второго нагревания, ответственные за формирование специфического вкуса и крупного рисунка, образуемых в результате сбраживания части лактатов до пропионовой кислоты и CO₂ и расщепления казеина с образованием большого количества пролина, обладающего сладковатым вкусом [2]. Кроме того, пропионовокислые бактерии совместно с молочнокислыми палочками выделяют липолитические ферменты. В результате гидролиза жира образуются летучие жирные кислоты: пропионовая, уксусная, масляная, муравьиная, что также влияет на формирование характерного вкуса и запаха сыров [3]. Для роста и развития пропионовокислых бактерий необходимо создать определенные условия. Рост пропионовокислых бактерий в сыре зависит от ряда факторов: температуры, массовой доли соли, содержание нитратов, pH в сыре. Изучено влияние всех этих факторов на рост пропионовокислых бактерий в сыре.

Секция 1: Переработка и хранение сельскохозяйственной продукции

Подавляющее большинство штаммов могут расти при температуре от 12,8°C [4]. Рост пропионовокислых бактерий в сырах во время их созревания в прохладных камерах вызывает самокол, что, очевидно, связано с недостаточной пластичностью сырной массы при низких температурах. В связи с этим в производстве крупных сыров следует использовать только штаммы пропионовокислых бактерий, неспособные ферментировать лактаты в прохладных камерах для созревания. На накопление биомассы пропионовокислых бактерий оказывает влияние использование культуральной среды некоторых штаммов мезофильных и термофильных лактобацилл в производстве концентрата. По-видимому, влияние молочнокислых бактерий на рост пропионовокислых многопланово, включает образование стимулирующих и ингибирующих факторов. Молочнокислые бактерии, в зависимости от рода, образуют разные изомеры молочной кислоты, а пропионовокислые бактерии сбрасывают изомеры молочной кислоты с неодинаковой скоростью. В среде со смесью изомеров молочной кислоты пропионовокислые бактерии прежде всего используют L(+)-лактат, что должно учитываться при подборе микрофлоры заквасок для производства сыров [5].

Противоречивы данные об устойчивости пропионовокислых бактерий к поваренной соли, что, по-видимому, обусловлено ее зависимостью от штамма и других показателей среды, в частности от pH. В результате проведенных исследований выяснено, что ингибирование роста пропионовокислых бактерий начинается при содержании в среде 3% NaCl. Содержание соли в зрелых сырах обычно находится на уровне 1,5-2,0%, что составляет 3,8-5,0% в водной фазе. В то же время интенсивность развития пропионовокислых бактерий в сырах зависит от уровня их посолки. Содержание пропионовокислых бактерий неодинаково в различных слоях головки сыра: в наружном слое оно ниже, чем в центральном слое. Таким образом, пропионовокислые бактерии практически на всем протяжении созревания имеют возможность размножаться в центральных слоях, однако неодинаковая скорость их развития в пределах головки влечет за собой и различия в органолептических показателях: степень выраженности сырного вкуса усиливается, а твердость сырного теста снижается по направлению от периферии к центру [1].

Ингибирующее действие соли на пропионовокислые бактерии снижается при повышении pH и увеличении содержания влаги в сыре. Оптимальный pH для пропионовокислых бактерий равен 6,8-7,2, что намного выше pH сыров (5,2-5,6). Недиссоциированная молочная кислота ингибирует рост пропионовокислых бактерий, степень этого ингибирования зависит от штамма и вида пропионовокислых бактерий [1].

Важным фактором развития пропионовокислых бактерий является температура. В первый период созревания сыра при температуре 10-12°C пропионовокислые бактерии практически не размножаются. Ацетаты и пропионаты в сыре не образуются до его помещения в бродильную камеру. Отсутствие размножения пропионовокислых бактерий на первом этапе созревания обусловлено низкой температурой и высокой скоростью кислотообразования микрофлорой закваски в этот период. Повышение температуры созревания сыров в бродильной камере до 22-24°C призвано прежде всего обеспечить условия для роста пропионовокислых бактерий.

Интенсивность развития пропионовокислых бактерий зависит также от сезона года, что может быть связано с кормлением коров и изменениями состава и свойств молока на протяжении лактации. Так содержание ненасыщенных кислот в молочном жире в пастбищный период может ингибировать пропионовокислое брожение в крупных сырах. По литературным данным, в молоке в пастбищный период содержалось на 13% связанных и на 41% свободных аминокислот больше, чем в молоке, полученном весной (стойловый период). Это связано с тем, что рацион коров в пастбищный период богаче на 23% заменимыми аминокислотами, а незаменимыми – на 31%. В то же время горьких аминокислот в рационе летнего времени примерно в 1,5 раза меньше. Сырье должно быть чистым, свободным от газообразующих бактерий (группы кишечной палочки, маслянокислых бактерий), обладать достаточной зрелостью, хорошей свертывающей способностью и образовывать сгусток нормальной прочности. При переработке молока, обсемененной споровой микрофлорой, рекомендуется двойное бактофугирование. Обработка молока этим способом практически полностью освобождает его от спор маслянокислых бактерий (тогда как только тепловая обработка молока практически не уничтожает спорную технически вредную микрофлору), т.к. пропионовокислые бактерии, снижая pH сыра, могут создавать дополнительные условия для развития маслянокислых бактерий. Маслянокислые бактерии, в отличие от пропионовокислых, кроме CO₂ образуют водород, который плохо растворим в сырной массе и может вызвать вспучивание сыров на фоне высокого давления CO₂ даже при небольших концентрациях [6]. Применение бактофугирования наиболее актуально так же из-за повышенной чувствительности пропионовокислых бактерий к нитратам. Поэтому, при невозможности применения бактофугирования, целесообразно уменьшить вдвое внесение нитратов, или заменить их на препараты лизоцима.

Учитывая все вышесказанное, на ряде сыродельных заводов РБ с помощью голландских специалистов внедрены в производство новые виды сыров, которые вырабатываются по технологии, отличающейся от традиционного производства сыров с высокой температурой второго нагревания. Вот некоторые принципиальные различия от традиционной технологии:

- низкая температура второго нагревания;
- сокращение продолжительности созревания в бродильной камере и, вследствие этого, уменьшение общей продолжительности созревания;

Такая технология стала возможна при применении заквасок, содержащих специально отобранные штаммы пропионовокислых бактерий и болгарской палочки. Использовались два типа заквасок глубокой

заморозки производства CSK (Нидерланды): основные закваски прямого внесения Z 502/Z 503 (в составе: *Lactococcus lactis subsp. lactis / cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. Lactis var. diacetylactis* и *Leuconostoc spec.* в комбинации с *Streptococcus thermophilus*) и дополнительная закваска прямого внесения P114 (в составе: *Propionibacterium. freudenreichii subsp. shermanii* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*). За счет использования в составе *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* достигается увеличение содержания пролина в сыре и вследствие этого повышение степени выраженности типичного сладковатого сырного вкуса [7].

Для выработки сыров с высокими потребительскими характеристиками необходимо соблюдение следующих важных моментов.

Первый момент – температура свертывания (30-32) °С - необходима для нормальной работы молокосвертывающего фермента и основной закваски. Предпочтительнее использовать натуральный сычужный фермент, во избежание появления горького вкуса в конце созревания. Активизацию заквасок в сыроизготовителе осуществляют в течение 40 минут. Сгусток режут на кубики стороной 1,5-2,5 см.

Вторым важным моментом является удаление порядка 40% сыворотки и внесение достаточного количества технологической воды (не менее 30%) для разбавления сыворотки. Это необходимо для регулирования молочнокислого брожения при быстром нарастании кислотности сыворотки во время второго нагревания. Из-за высокой активности закваски и низкой температуры второго нагревания нельзя допустить чрезмерного роста кислотности сыворотки. При разбавлении сыворотки снижается концентрация молочного сахара и уровень активной кислотности в сыре после прессования. Эта же закономерность сохраняется на последующих этапах созревания. Регулирование уровня активной кислотности сырной массы путем разбавления сыворотки с зерном водой способствует активизации развития пропионовокислых бактерий в процессе созревания сыра [6].

Третьим моментом является температура второго нагревания. При использовании настоящей технологии ее нужно поддерживать на уровне (39-40) °С. Такая температура не уничтожает основную мезофильную микрофлору, и, в тоже время, дает возможность развиваться пропионовокислым бактериям и бактериям болгарской палочки. Это достигается благодаря специально подобранным штаммам заквасок. Следствием молочнокислого брожения является изменения содержания влаги в сыре (38-42%) и активной кислотности сырной массы после прессования (5,3-5,5, но не более 5,8).

Готовность сырного зерна определяют сенсорным путем. Отжатый в ладони кусок сырной массы при встряхивании должен разламываться, а при растирании между ладонями легко распадаться на отдельные зерна.

Четвертым важным моментом является стадия формирования сырной массы. Сыры формируют из пласта под слоем сыворотки, исключая контакт сырного зерна с воздухом, для предупреждения образования неправильного пустотного рисунка. Готовое сырное зерно с сывороткой самотеком или насосом подается на формирующее устройство, исключая контакт зерна с воздухом. Время опорожнения аппарата для выработки сырного зерна не должно превышать 20 минут. В процессе всего формирования сырное зерно должно находиться под слоем сыворотки [6].

При прессовании сыра следует соблюдать его режимы. При занижении величины давления ухудшается рисунок сыра и появляются пороки внешнего вида. Резкое увеличение давления, особенно на начальном этапе прессования, приводит к запрессовыванию сыворотки и, как следствие этого, к появлению пороков консистенции и рисунка. У хорошо отпрессованного сыра поверхность замкнутая, желто-соломенного цвета.

Режим посолки является пятым ключевым моментом и влияет на качество сыра. Как уже отмечалось ранее, соль является ингибирующим фактором для развития пропионовокислых бактерий. Поэтому содержание соли не должно превышать 2,4%. После обсушки сыра при T (12-14) °С, влажности (75-80)%, до образования корочки (в течение 1,5-2 суток), сыр упаковывают.

Таблица 1 – Влияние количества добавленной воды на органолептические показатели сыров

Вариант сыра	Показатель		
	Вкус и запах	Консистенция	Рисунок
KN1	Кислый вкус, горечь	Предрасположенность к самоколу	Слепой сыр
KN2	Чистый, слабо выраженный сладковато-пряный привкус, слабая горечь	Плотная, однородная по всей массе	Рисунок слабо выраженный, глазки имеют размер 2-3 мм
KN3	Чистый, выраженный сырный, сладковато-пряный	Пластичная, однородная по всей массе	На разрезе сыр имеет рисунок, состоящий из глазков круглой или овальной формы размером 5-6 мм, равномерно расположенных по всей массе

Дальнейшее передвижение сыров в бродильную камеру с температурой 20°С активизирует ферментативные процессы, усиливает распад белка и жира в сыре. В этот период созревания в сыре образуется и развивается рисунок, формируется типичный вкус. Закладываются основы характерной консистенции. Созревание в бродильной камере продолжается 2-3 недели, до появления характерного рисунка. Во время созревания сыра в бродильной камере головки сыра необходимо переворачивать каждые 2 дня для

Секция 1: Переработка и хранение сельскохозяйственной продукции

равномерного развития рисунка. После бродильной камеры сыр возвращают в холодную камеру на 2 дня до конца созревания.

В работе оценивали влияние степени разбавления сыворотки с целью снижения концентрации молочного сахара и уровня активной кислотности в сыре после прессования. В работе сравнивали три варианта разбавления сыворотки технологической водой: удаление 40% сыворотки и внесение 10% воды (сыр вариант KN1), 20% воды (сыр вариант KN2), 30% воды (сыр вариант KN3). Влияние количества добавленной воды на органолептические показатели сыров приведено в табл. 1.

Влияние количества добавленной воды на физико-химические показатели сыров приведено в табл. 2.

Таблица 2 – Влияние количества добавленной воды на физико-химические показатели сыров

Вариант сыра	Массовая доля жира в сухом веществе, %	Массовая доля влаги после прессования, %	Массовая доля влаги в готовом сыре, %	Массовая доля соли, %	рН сыра после прессования	рН готового сыра
KN1	44,5	48,4	44,9	1,5	4,9	4,8
KN2	44,9	47,6	43,5	1,5	5,2	5,1
KN3	45,5	46,5	41,8	1,5	5,5	5,3

Заключение

Таким образом, учитывая влияние технологических режимов и применение заквасок со специально подобранными штаммами, стало возможным внедрить в производство новые виды сыров, аналоги дорогостоящих сыров импортного производства. Кроме того, адаптированная технология позволяет уменьшить общее время производства за счет сокращения времени созревания и получить сыры с высокими органолептическими и физико-химическими показателями.

Литература

1. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С.А. Гудкова, 2-е изд., испр. и доп. - М.: ДеЛи принт, 2004. - С. 213-227.
2. Piveteau P. Metabolisme of lactate and sugars by dairy propionibacteria: a review /
3. P. Piveteau // Lait. – 1999. – Vol. 79. – P. 23 – 41.
4. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов/К.К. Горбатова, 3-е изд., перераб. и доп. – СПб: ГИОРД, 2003. –С.174-176.
5. Grappin R. Advances in the biochemistry and microbiology of Swiss-type / R. Grappin, E. Beuver, Y. Bouton, S. Pochet // Lait. – 1999. – Vol. 79. – P. 3 – 22.
6. Crow V.L. DSA, 1986. – 48(11).- P. 769.
7. Г.Г. Шилер. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.3. Сыры / Кузнецов В.В., Шилер Г.Г.; под общ. Ред. Г.Г. Шилера.- СПб: ГИОРД, 2003. – С. 294-326.
8. Izco, J.M. Papid simultaneous determination of organic acid, free amino acid and lactose in cheese by capillary electrophoresis // J.M. Izco, M. Tormo, R. Jimenez-Flores / J. Dairy Sci. – 2002. – Vol. 85. – P. 2122 – 2129.

УДК 641.512

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ДИСКОВЫМ НОЖОМ ПРИ КАЧАТЕЛЬНОМ СПОСОБЕ ПОДАЧИ ПИЩЕВОГО МАТЕРИАЛА

*Заплетников И.Н. д.т.н. проф., Пильненко А.К.
(ДонНУЭТ им. Михаила Туган-Барановского, Украина)*

Введение

Резание, как один из технологических процессов обработки пищевых материалов, широко применяется в различных отраслях пищевой, мясной, рыбной, комбикормовой промышленности. Материалы, подвергаемые резанию, имеют разнообразные физико-механические свойства. В зависимости от реологических свойств материала выбирают способ резания, вид режущего инструмента, режимы процесса резания.

Все исследователи сходятся в оценке важности энергозатрат при резании как обобщенного показателя эффективности процесса резания. Правильный учет всех факторов, влияющих на энергозатраты при резании, имеют решающее значение при разработке конструкции режущих машин.

Энергозатраты и высокое качество разреза поверхности можно обеспечить выбором соответствующей формы лезвия ножа. Для резания пластичных пищевых материалов наибольшее распространение получили дисковые ножи.

Дисковым ножом скользящее резание производится путем вращения ножа при возвратно-поступательном, качательном и вращательном движении продукта, а также планетарном движении ножа при неподвижном продукте [1].

Анализ научной и справочной литературы показал отсутствие теоретических и экспериментальных данных процесса резания дисковым ножом при качательном способе подачи продукта, математических