

# Ускоренное созревание польза и проблемы



**Евгения Дмитриевна Кашина,**  
канд. с.-х. наук, главный технолог  
Компания «АлтаЛакт»

Продолжительность созревания сыров — вопрос, который волнует многих производителей. Безусловно, каждый руководитель заинтересован в сокращении затрат, снижении себестоимости продукции.

Значительную долю в себестоимости сыра занимают затраты на сырье. Существуют и другие статьи затрат. Если при производстве полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания, мягких, рассольных сыров продолжительность созревания составляет от нескольких дней до 1,5 месяцев, то сыры полутвердые с высокой температурой второго нагревания и твердые созревают значительно дольше. Этот процесс может занимать от нескольких месяцев до нескольких лет.

Для сыров с длительным сроком созревания в расчете их себестоимости следует учитывать затраты:

- на поддержание соответствующих режимов созревания (температура, влажность, воздухообмен);
- длительное использование камер созревания;
- уход за сырами;
- возврат денежных средств, затраченных на покупку сырья.

Поэтому сегодня во всем мире проводятся обширные исследования по ускорению созревания сыра. Такие исследования сосредоточены в первую очередь на повышении температуры созревания или выборе протеазных систем, которые при добавлении в молоко способны уве-

личить скорость протеолитического расщепления казеина, тем самым увеличивая скорость созревания.

В нашей предыдущей статье «Закваски для сыров» (журнал «Молочная промышленность» № 10, 2022) кратко были рассмотрены способы, позволяющие ускорить созревание сыров:

- применение молочнокислых микроорганизмов;
- использование ферментов;
- повышение температуры созревания;
- воздействие высокого давления на сыр в процессе созревания.

Статья вызвала интерес у производителей сыров, поступили запросы от предприятий рассказать об особенностях вышеперечисленных способов, уточнить отдельные характеристики, режимы.

При производстве сыров помимо основных заквасок могут использоваться дополнительные культуры, которые обеспечивают ускоренное созревание и (или) создают специфические вкусовые свойства. В качестве вспомогательных культур применяют бактерии, принадлежащие к роду *Lactobacillus*: *Lb. casei*, *Lb. helveticus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. plantarum*, *Lb. rhamnosus* и *Lb. curvatus*.

В процессе созревания сыра происходит лизис клеток молочнокислых микроорганизмов закваски, что обеспечивает высвобождение внутриклеточных ферментов. Именно активность этих ферментов в сочетании с действием сычужных ферментов приводит к смягчению текстуры сыра и увеличению уровня пептидов и аминокислот во время созревания. Вкусовые соединения образуются из пептидов и аминокислот в результате химических реакций.

Оценить степень созревания сыра можно по органолептическим показателям: вкусу и запаху, консистенции, текстуре. Вкус сыра в первую очередь определяется протеолизом, липолизом и расщеплением лактата и цитрата (Mc Sweeney, 2004). Дегра-

дация белков до пептидов и свободных аминокислот считается наиболее важным путем формирования вкуса в твердых и полутвердых сырах. Лимитирующим фактором формирования аромата является не высвобождение свободных аминокислот, а их преобразование в ароматические соединения. В катаболизме аминокислот различных молочнокислых бактерий, присутствующих в сыре, участвует ряд ферментов: трансаминазы, деаминазы, декарбоксилазы, дегидратазы и лиазы (Ardö, 2006).

Вкус сыра развивается в результате метаболической активности бактерий. Biljana Bogicevic et al. (2013) утверждают, что *Lactobacillus casei* играет важную роль в процессе созревания сыра и является одним из решающих видов микроорганизмов, участвующих в формировании вкуса. Известно, что цистеин и метионин являются прекурсорами для производства летучих соединений сыра, которые содержатся во многих сортах сыра и считаются важными вкусовыми соединениями. Когда ферментируемые углеводы отсутствуют, *Lb. casei* использует цитрат в качестве источника энергии, производя молочную, муравьиную или уксусную кислоты, CO<sub>2</sub>, а также следы ацетиндиацетила и этанола. Во время созревания сыра штаммы *Lb. casei* могут метаболизировать широкий спектр аминокислот, например метионин, лейцин и аспарагиновую кислоту, которые могут превращаться в серу, спирт, альдегид и диацетил. Все эти соединения положительно влияют на вкус сыра.

Кроме того, *Lb. casei* также может участвовать в формировании сырного вкуса посредством синтеза липофильных и эстеролитических ферментов, которые отвечают за образование короткоцепочечных жирных кислот и фруктовых эфиров.

Thage et al. (2005) выделили из полутвердых сыров штаммы *Lb. paracasei* с выраженной АТ-активностью, затем повторно ввели их в экспериментальные сыры и получили разный

уровень диацетила, образующегося во время созревания сыра.

Некоторые штаммы *Lb. paracasei* способны рацемизировать лактат. Процесс рацемизации и его влияние на текстуру твердого сыра подробно описаны в статье «Возможности расширения горизонтов» (журнал «Сыроделие и маслоделие» № 4, 2020). *Lb. plantarum*, *Lb. casei* преобразуют L-лактат в D-лактат во время созревания. Высокий уровень соли, низкая активная кислотность, низкий окислительно-восстановительный потенциал и анаэробные условия в созревающем сыре способствуют развитию этих культур.

В портфеле компании «Алта-Лакт» есть закваска для полутвердого сыра **MTHL**, содержащая помимо лактококков и термофильного стрептококка лактобациллы (*Lb. casei*, *Lb. helveticus*). Также в качестве дополнительной культуры, ускоряющей процесс созревания, усиливающей сливочный вкус, предлагаем *Lb. rhamnosus* (**RAM**). Эта культура активно используется сыроделами при производстве твердых сыров типа «Грана» и не только.

На выставке DairyTech — 2023 (МВЦ «Крокус Экспо») посетители нашего стенда (А4053, павильон 1, зал 4) смогут продегустировать сыры с низкой и высокой температурой второго нагревания с использованием созревательной культуры *Lb. rhamnosus* (**RAM**).



Дополнительные культуры также могут добавляться в инактивированной форме (ослабленные обычно путем теплового или сублимационного шока, распыления, сублимационной сушки или соникации — обработки ультразвуком), которые обычно плохо растут, но являются источником ферментов в сыре.

Протеолиз способствует смягчению текстуры сыра в процессе созревания за счет гидролиза казеино-

вой матрицы и снижения активности воды. Протеолиз оказывает непосредственное влияние на вкус за счет образования коротких пептидов и свободных аминокислот. Основным источником протеолитических ферментов во многих сырах является коагулянт, который остался после образования сгустка. Известно, что до 30 % коагулянта, добавленного в молоко, остаются активными в сырной массе при сливе сыворотки в зависимости от типа фермента, температуры и pH.

Основная роль коагулянтов заключается в образовании сгустка. Увеличение количества коагулянта с целью сокращения продолжительности созревания нерационально, так как это приведет к увеличению количества горьких пептидов, с которыми не смогут «справиться» ферменты микроорганизмов закваски.

Один из способов ускорения созревания сыров — дополнительное внесение ферментов. Однако повышение концентрации протеазы в сыре приводит к следующим недостаткам: появление нежелательного вкуса, например, горьких пептидов; контроль созревания сыра становится более сложным, и из-за высокого содержания протеазы созревшие сыры быстро перезревают. То есть период, в течение которого сыр можно употреблять в пищу, сокращается, и поэтому такие сыры должны быстро реализовываться. Пищевые протеиназы нашли применение при производстве модифицированных сыров, используемых в плавленых сырах для создания текстуры и вкуса.

Температура созревания имеет решающее значение для характеристик готового сыра, поскольку постоянная температура обеспечивает наилучшее качество созревания. Следовательно, повышение температуры созревания сопряжено с риском того, что сыр будет иметь характеристики, отличные от желаемых.

Существует еще один способ ускорения созревания сыра, согласно которому подвергают ультразвуковому воздействию не заквасочные культуры, а непосредственно сам сыр. Утверждается, что этот метод приводит к тому, что ультразвук вызывает разрушение клеточных мембран бактерий с высвобождением среди прочего эндоферментов, которые увеличивают скорость созревания. Таким

образом получают повышенную концентрацию ферментов.

Jann Nau et al. разработали уникальный способ, позволяющий ускорить созревание сыра. Продукт на отдельных этапах созревания помещают в электрическое поле, направление которого изменяется с постоянной или переменной частотой. Предполагается, что ускоряющий эффект обусловлен тем, что заряженные протеазы и пептиды сыра перемещаются в электрическом поле иначе, чем стационарная интегральная казеиновая сеть. Когда эта обработка в электрическом поле будет прервана, миграция протеаз и пептидов снова будет происходить путем чистой диффузии и скорости созревания. Остальные условия (температура, относительная влажность воздуха, состав сыра, уход и т. д.) при ускоренном способе могут быть такими же, как и при обычном созревании. Также нет разницы между пептидами продукта, образованными во время ускоренного и обычного созревания.

Ускоряющий эффект зависит от напряженности электрического поля, вида сыра и частоты изменения направления поля. Напряженность поля может быть в диапазоне

от 0,05 до 10 В/см, зависит от вида сыра и желаемого ускоряющего эффекта. Как правило, чем больше напряженность поля, тем больший ускоряющий эффект достигается. Максимальная напряженность поля зависит от того, можно ли устранить тепло, выделяемое в теле сыра, чтобы избежать нежелательного повышения температуры. Частота смены направления поля может составлять от 0,1 с до 24 ч. При изменении направления поля достигают того, что на электродах не теряются пептиды, аминокислоты, протеазы, соли или любые другие заряженные частицы и не происходит неравномерного распределения указанных веществ в сыре.

Пределы частоты определяются тем обстоятельством, что, с одной стороны, она должна быть настолько высокой, чтобы не вызывать потери на электродах и не возникала неоднородность, а с другой — настолько низкой, чтобы пептиды и протеазы имели возможность мигрировать. Таким образом, чем выше напряженность поля, тем выше может быть частота.

Одинаковое ускорение созревания по всей массе сыра достигается путем обеспечения постоянной напряженности поля в любой плоскости,

перпендикулярной электрическому полю в головке сыра.

Напряженность поля обеспечивается посредством двух противоположно расположенных электродов по обе стороны головки сыра, при этом к электродам приложена разность потенциалов. Направление поля меняется за счет изменения потенциалов электродов. Предпочтительно, чтобы электроды находились в контакте со всей поверхностью сыра. Возможен вариант, когда несколько сырных голов накладываются друг на друга и между ними попеременно вставляются положительные и отрицательные электроды. Это обеспечивает более однородное созревание (патент US 4851236, 1989 г.).

В настоящее время специалисты **компании «АлтаЛакт»** проводят исследования по влиянию комплекса микроэлементов на процесс созревания сыра. Положительные результаты подтверждены промышленными выработками сыров с высокой температурой второго нагревания на ряде предприятий в различных регионах страны. Более подробную информацию об использовании комплекса микроэлементов, образцы пищевой добавки можно получить в офисе компании.