

# СОВЕТЫ ТЕХНОЛОГУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛУТВЕРДЫХ СЫРОВ С ПРОПИОНОВОКИСЛЫМИ БАКТЕРИЯМИ

В ПОМОЩЬ ТЕХНОЛОГУ



**Татьяна Сергеевна Смирнова**, младший научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального научного центра пищевых систем имени В. М. Горбатова РАН, г. Углич  
E-mail: t.smirnova@fncps.ru

Производство сыров с участием пропионовокислых бактерий представляет собой одну из наиболее технологически сложных областей сыроделия. Бактерии рода *Propionibacterium* играют ключевую роль в формировании характерных особенностей сыров с крупными «глазками», таких как Маасдам, осуществляя уникальный метаболический процесс – пропионовое брожение, в ходе которого лактат, образованный молочнокислыми бактериями на первой стадии созревания, преобразуется в пропионовую и уксусную кислоты, а также в углекислый газ. Однако этот, казалось бы, простой процесс на практике требует исключительного контроля.



В ряде случаев в ходе технологического процесса пропионовокислые бактерии могут прекратить свое развитие в сырном матриксе, что приводит к порокам и потерям на производстве. Причинами появления пороков в сыре могут быть различные факторы: несоответствие состава и свойств молока предъявляемым сыроработчиком требованиям, нарушение технологии и санитарных правил производства, низкое качество вспомогательных препаратов (заквасок, молокосвертывающих энзимов и др.), нарушение правил эксплуатации технологического оборудования и т. д.

## КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА

**На что обратить внимание при подборе молока-сырья для полутвердого сыра с пропионовокислыми бактериями?**

При производстве сыров с низкой температурой второго нагревания с участием пропионовокислых бактерий к составу и свойствам молока предъявляются повышенные требования. Важное значение для производства таких сыров имеет наличие в сыром молоке спор лактатсбраживающих маслянокислых бактерий ввиду их специфической способности получать энергию сбраживая лактаты при оптимальных технологических условиях, создаваемых для развития пропионовокислых бактерий. Эти микроорганизмы, находясь в сыром молоке в виде спор, выдерживают пастеризацию. Создавая оптимальные условия для развития пропионовокислых бактерий в полутвердых сырах, мы обеспечиваем хорошие условия и для прорастания спор маслянокислых бактерий и их развития. Продуктом метаболизма маслянокислых бактерий в сыре является масляная кислота, придающая продукту неприятный салистый вкус и запах, а также

образуется большое количество водорода, приводящее к появлению в сыре рваного, губчатого рисунка, колющеся консистенции и деформации формы. Считается, что риск развития нежелательного маслянокислого брожения, снижающего органолептическое качество вырабатываемого сыра, в полутвердых сырах чаще всего наступает при содержании в 1 дм<sup>3</sup> сырого молока более 13 000 спор лактатсбраживающих маслянокислых бактерий. Как показывает практика, риск развития маслянокислого брожения в полутвердых сырах с пропионовокислыми бактериями может наступить уже при содержании в 1 дм<sup>3</sup> сырого молока более 2500 спор. То есть требования к качеству сырого молока по содержанию спор лактатсбраживающих маслянокислых бактерий для производства полутвердых сыров с пропионовокислыми бактериями в 5 раз выше, чем для всех остальных групп полутвердых сыров. В качестве профилактики маслянокислого брожения можно использовать бактофугирование, лизоцим и заквасочные культуры с направленным антагонистическим действием.

#### **Какие технологические параметры во время выработки требуют особого контроля?**

Недавно проведенные исследования показали, что подбор основной и защитной заквасочной микробиоты оказывает существенное влияние на развитие пропионовокислых бактерий в сыре. Экспериментально было установлено, что бактерии рода *Leuconostoc*, часто включаемые в состав основной заквасочной микробиоты, затрудняют формирование крупных глазков правильной формы в полутвердых сырах с участием пропионовокислых бактерий, а *Lactiplantibacillus plantarum* оказывает достаточно сильное влияние на рост пропионовокислых бактерий, подавляя их развитие. Штаммы *Lacticaseibacillus rhamnosus*, *Lacticaseibacillus casei*, *Lacticaseibacillus paracasei*, также используемые в составе дополнительных концентратов с защитными свойствами, оказывают неодинаковое влияние на развитие коллекционных культур пропионовокислых бактерий. Часть штаммов *P. freudenreichii* подвергались ингибированию защитными культурами, в то время как другие штаммы были наиболее устойчивы к влиянию *L. rhamnosus*, *L. casei*, *L. paracasei*. Антагонистическая активность ряда заквасочных культур в отношении пропионовокислых бактерий достаточно сильно влияет на образование рисунка в сыре и его вкус, существенно снижая эти характеристики. При составлении заквасочной комбинации



Источник изображения: freepik.com

для полутвердых сыров с пропионовокислыми бактериями необходимо учитывать данный фактор.

Для развития пропионовокислых бактерий требуются доступные формы азотистых соединений. В твердых сырах в результате длительного созревания доступные формы азота формируются за счет действия протеолитических ферментов заквасочной микробиоты. В полутвердых сырах время нахождения в камере предварительного созревания резко сокращается и ферменты только микроорганизмов не успевают подготовить сыр в качестве благоприятной среды для развития пропионовокислых бактерий. В связи с этим при выработке полутвердых сыров необходимо обращать внимание на протеолитическую активность молокосвертывающего ферментного препарата. Можно однозначно утверждать, что ферменты с низкой протеолитической активностью плохо подходят для выработки полутвердых сыров с пропионовокислыми бактериями.

Еще одним критическим фактором развития пропионовокислых бактерий и, как следствие, образования характерного для этого вида сыров рисунка является

активная кислотность сырной массы. Как показали недавние исследования, pH ниже 5,6 сильно тормозит метаболическую активность *P. freudenreichii*, снижая качество производимого сыра.

### **Есть ли какие-либо особенности созревания этого сыра?**

Сущность процесса созревания заключается в том, что в период выдержки сырная масса под действием сычужного фермента и ферментов, выделяемых молочнокислыми бактериями, подвергается глубоким биохимическим изменениям, обусловливающим специфический вкус, аромат, структуру, цвет и рисунок сыра. Разнообразие микрофлоры сыра усложняет процессы созревания, т. к. при наличии в продукте разных видов микроорганизмов зачастую возникают явления синергизма и антагонизма.

Отличительной особенностью созревания полутвердых сыров с пропионовокислыми бактериями является применение ступенчатой системы созревания. Она состоит из 3 этапов: на первом после посолки и обсушки сыр выдерживают при температуре 10–12 °C и относительной влажности воздуха от 85 до 90 % включительно в течение 8–10 суток с даты выработки. В этот период предварительного созревания сыров молочный сахар сбраживается молочнокислыми микроорганизмами до образования молочной кислоты. Основными источниками питания пропионовокислых бактерий являются лактаты, поэтому при перемещении сыра в «теплую» камеру на десятые сутки уже существует питание для их активного роста и развития.

На втором этапе сыр перемещают в «теплую» камеру с температурой воздуха  $23 \pm 1$  °C и относительной влажностью от 90 до 95 % включительно, где его выдерживают от 12 до 14 суток в зависимости от интенсивности процесса брожения. Признаками нормального брожения сыра являются наличие незначительного подъема горизонтальных полотен, овала боковых сторон и характерного звука при простукивании, свидетельствующего об образовании рисунка. При необходимости пребывание сыра в «теплой» камере может быть увеличено. Сыр переворачивают каждые 5 дней во время созревания.

На третьем этапе сыр перемещают в камеру с температурой воздуха  $11 \pm 1$  °C и относительной влажностью от 80 до 85 % включительно, где выдерживают до окончания созревания.

Таким образом, особенности производства сыров с пропионовокислыми бактериями заключаются не только в строгом соблюдении отдельных операций, но и в необходимости длительного поддержания динамического равновесия сложной микробиологической экосистемы внутри сырной головки. Это искусство, основанное на глубоких знаниях биохимии и микробиологии, требующее от технолога опыта, терпения и скрупулезного контроля на каждом этапе. Результатом успешного преодоления этих сложностей становится сыр с узнаваемой сладковато-ореховой ноткой, эластичной консистенцией и знаменитыми крупными глазками, являющийся вершиной мастерства сыророделия. ■

