

Подбор бактериальных заквасок для полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания, формуемых различными способами

Григорий Новомирович Рогов, канд. техн. наук, директор

Татьяна Сергеевна Смирнова, канд. техн. наук, младший научный сотрудник отдела научно-технологических исследований

E-mail: t.smirnova@fncps.ru

Ирина Валентиновна Кучеренко, ведущий аналитик отдела микробиологических исследований

E-mail: i.kucherenko@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, г. Углич

В сыроделии способ формирования определяет не только геометрию головки, но и внутреннюю структуру сыра, в первую очередь его рисунок. Однако форма и расположение глазков зависят не только от технологии сыра и оборудования, но и от микробиологических процессов, происходящих в нем. Правильный подбор бактериальной заквасочной культуры под конкретный способ формирования – это ключ к получению сыра высшего сорта в соответствии с требованиями ГОСТ 32260-2025.

Какие основные способы формирования используют в сыроделии?

Прежде чем переходить к подбору бактериальных заквасок, напомним, что формирование сыра – это отделение сырного зерна от сыворотки и образование из него монолитных индивидуальных сырных головок или блоков требуемой формы с соответствующими размерами и массой. Применяют три способа формирования: из пласта, насыпью и наливом.

- **Формование из пласта** – метод, при котором сырное зерно полностью осаждается на дно сыродельной ванны или специального формовочного аппарата под слоем сыворотки. Там оно предварительно подпрессовывается в монолитный пласт, который затем разрезается на блоки и закладывается в формы. Воздух между зёрнами при этом полностью вытесняется сывороткой.

- **Формование насыпью** – метод, при котором сырное зерно отделяют от сыворотки в отделителях сыворотки, после чего его помещают в сырные формы. При этом между отдельными зёрнами неизбежно захватывается и остается большое количество атмосферного воздуха.

- **Формование наливом** – промежуточный метод, при котором сырное зерно после частичного удаления сыворотки сливается в формы в потоке оставшейся сыворотки. Воздух внутрь головки практически не попадает, а зерно уплотняется за счет самопрессования и гидродинамического давления сыворотки. Из пласта формуют сыры с рисунком из правильных круглых глазков, образующихся в процессе созревания сыра за счет накопления в нем газа, выделяемого газо- и ароматобразующими заквасочными микроорганизмами. При формировании сыров насыпью или наливом в сырной массе остаются заполненные воздухом или сывороткой пустоты неправильной угловатой формы, образующие характерный «пустотный» рисунок.

Основным принципом подбора бактериальных заквасок является соответствие их видового состава требованиям технологических инструкций по производству сыров.

Какая принципиальная разница в подборе заквасок для производства сыров с низкой температурой второго нагревания, формуемых разными способами?

Главная технологическая задача закваски при разных способах формирования – **это управление скоростью кислотообразования (динамикой pH) и интенсивностью газообразования (CO₂).**

Ошибки в выборе закваски могут привести к выпуску некачественной продукции, например, к получению слепого рисунка или, напро-

тив, к образованию многочисленных мелких глазков в пластовых сырах, а в формуемых насыпью или наливом сырах могут появиться отдельные нехарактерные крупные глазки.

Как подобрать закваски под каждый способ формования?

Способ 1. Сыры из пласта (Голландский, Костромской и др.)

- **Критерии подбора:** нужна мезофильная закваска с плавным, контролируемым и умеренным выделением углекислого газа. Газ должен растворяться в сырном тесте и медленно «раздвигать» эластичную массу, формируя ровные круглые или овальные глазки. Скорость нарастания кислотности должна быть стабильной, чтобы сырное зерно хорошо склеилось под прессом.

- **Видовой состав закваски:** *Lactococcus lactis* + *Lactococcus cremoris* + *Lactococcus diacetylactis* ± *Leuconostoc* spp.

- **Типовые закваски:** БК-Углич-С – закваска без лейконостоков; БК-Углич-№4 – закваска с лейконостоками. При использовании заквасок без лейконостоков могут возникнуть проблемы с формированием хорошо развитого рисунка в пластовых сырах при низком содержании цитратов в молоке, поскольку *Lactococcus diacetylactis* образует газ только при сбраживании цитратов, а также при поражении их бактериофагами. Поэтому для этих сыров лучше использовать закваски с лейконостоками, которые продуцируют газ при сбраживании лактозы, или добавлять моновидовую закваску лейконостоков (например БК-Углич-Л к БК-Углич-С).

Способ 2. Насыпью (Российский, Угличский и др.)

При формировании насыпью между зернами остается множество воздушных «карманов» в межзерновом пространстве и именно за счет этого формируется сетчатый рисунок.

Красивый «кружевной» рисунок образуется в сыре за счет интенсивной работы газообразующих микроорганизмов в первые сутки созревания (пока не исчерпана вся лактоза).

- **Критерии подбора:** требуется закваска с выраженным газообразованием. Выделяющийся углекислый газ должен достаточно быстро вытеснить атмосферный воздух до того, как сыр потеряет пластичность. Кроме того, технология производства почти всех сыров, формуемых насыпью, предусматривает частичную посолку в зерне, что притормаживает рост заквасочных микроорганизмов и способствует нежелательному развитию стафилококков как более устойчивых к соли микроорганизмов, попавших в сыр из сырого молока или при вторичном обсеменении при недостаточном уровне санитарии на производстве. В этом случае вытеснение воздуха углекислым газом делает сыр безопаснее, т. к. рост стафилококков и выработка ими большинства энтеротоксинов, вызывающих пищевые отравления, происходит значительно быстрее в присутствии кислорода.

- **Видовой состав закваски:** *Lactococcus lactis* + *Lactococcus cremoris* + *Lactococcus diacetylactis* и *Leuconostoc mesenteroides*.

Таблица. Сравнительный профиль подбора заквасочных культур

Параметр	Формование из пласта	Формование насыпью	Формование наливом
Целевой рисунок сыров, вырабатываемых в соответствии с ГОСТ 32260-2025 «Сыры полутвердые. Технические условия»	Круглые или овальные глазки, равномерно расположенные по всей массе	Глазки неправильной и угловатой формы, равномерно расположенные по всей массе	Глазки угловатой или овальной формы
Природа глазков	Строго биогенная (только за счет газа, продуцируемого бактериями)	Смешанная (бактериальный газ заполняет и увеличивает пустоты, образовавшиеся в результате запрессовки атмосферного воздуха внутрь сырной массы)	Преимущественно биогенная, с редкими пустотами самопрессования
Тип культур	Умеренно газообразующие (LD-тип)	Интенсивно газообразующие (LD- и L-типы)	Умеренные LD-типы
Стартовая скорость закисления	Высокая и стабильная. Кислота нужна сразу для синерезиса	Замедленная. Нельзя дать зерну потерять клейкость раньше времени	Плавная (умеренная). Кислотность растет по мере самопрессования

- **Типовая закваска:** БК-Углич-№4 или БК-Углич-С – при отказе от частичной посолки в зерне и высоком уровне гигиены производства.

Способ 3. Наливом (Латвийский)

Налив – деликатный способ. Зерно попадает в форму влажным, теплым и без воздуха, но прессуется без жесткого внешнего давления (в основном самопрессованием).

- **Критерии подбора:** здесь опасны обе крайности. Избыток газа превратит влажный сыр в губку. Быстрое закисление заблокирует выделение сыворотки, заперев влагу внутри головки. Нужна закваска с умеренным газообразованием и сбалансированным синерезисом. В сырах, вырабатываемых по ГОСТ 32260-2025, используются только мезофильные закваски. Однако для интенсификации обсушки влажного зерна при выработке этих сыров часто используют добавление термофильного стрептококка. Термофильный стрептококк быстро утилизирует излишки лактозы в первые часы производства, защищая сыр от накопления излишней кислотности.

- **Видовой состав закваски:** *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis*, *Leuconostoc lactis* и / или *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*.

- **Типовая закваска:** БК-Углич-№6 или БК-Углич-№6Т.

Заключение

Влияние формования на структуру. Способ формования сыра напрямую определяет его внутреннюю структуру и рисунок (расположение и форму глазков), требуя точечного управления скоростью кислотообразования и интенсивностью выделения CO_2 .

Инвариантность видовой состава микробиоты при различных способах формования.

Качественный видовой состав основной заквасочной микробиоты для полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания не имеет критических различий в зависимости от способа формования сырной массы. Базовый кон-

сорциум во всех случаях формируется на основе мезофильных лактококков и лейконостоков.

Определяющая роль штаммовых свойств.

Ключевым фактором успешного подбора бактериальных заквасок является не сам видовой состав, а специфические свойства конкретных штаммов и культур, вводимых в состав промышленных концентрированных заквасок. Именно индивидуальные фенотипические характеристики культур определяют динамику нарастания активной кислотности (рН) и интенсивность накопления углекислого газа (CO_2), критически важные для производства качественного сыра при любом способе формования.

Специфика подбора культур. Для сыров из пласта требуются умеренно газообразующие закваски. Для сыров насыпью необходимы интенсивно газообразующие культуры для формирования «кружевного» рисунка и вытеснения кислорода. При формовании наливом важен строгий баланс умеренного газообразования и синерезиса.

Риски технологических ошибок. Ошибки при выборе бактериальных заквасок нарушают динамику рН, что приводит к браку – от «слепого» рисунка до появления нехарактерных крупных или многочисленных мелких глазков.

Важно подчеркнуть, что выбор закваски обусловлен не только способом формования, но также качеством исходного сырья и всей совокупностью технологических параметров. В данной статье представлен лишь краткий «срез» технологических аспектов, связанных с различными способами формования сыра, и рассмотрены принципы подбора исключительно основной заквасочной микробиоты с ориентацией на сыры по ГОСТ 32260-2025. В реальных условиях производства выбор бактериального концентрата должен комплексно адаптироваться под физико-химические и микробиологические показатели сырого молока, риски бактериофаговой контаминации, оборудование, установленное на заводе и параметры конкретной технологической инструкции. ■

