

<https://doi.org/10.67290/2026.dw.13>

УДК 637.33

**Татьяна Сергеевна Смирнова**, канд. техн. наук

**Григорий Новомирович Рогов**, канд. техн. наук

ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич

## **СЕКРЕТ ИДЕАЛЬНОГО ГЛАЗКА – ПРАВИЛЬНАЯ ПОСОЛКА ПОЛУТВЕРДОГО СЫРА С ПРОПИОНОВОКИСЛЫМИ БАКТЕРИЯМИ**

*В статье рассмотрена проблема избыточного развития пропионовокислых бактерий в подкорковом слое полутвердых сыров при созревании в вакуумной упаковке, приводящая к дефектам рисунка (глазки у поверхности). Показано, что традиционные режимы посолки не всегда предотвращают этот дефект. Исследование посвящено изучению возможности уменьшения образования глазков у поверхности сырной головки в сырах с низкой температурой второго нагревания, созревающих с участием пропионовокислых бактерий, путем использования более концентрированного рассола в последние часы посолки сыра и штаммов пропионовокислых бактерий с повышенной чувствительностью к соли.*

**Ключевые слова:** сыр, пропионовокислые бактерии, посолка, МРТ, газообразование, рисунок сыра

UDC 637.33

**Tatyana Sergeevna Smirnova**, Candidate of Technical Sciences

**Grigory Novomirovich Rogov**, Candidate of Technical Sciences

VNIIMS – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems, Uglich

## **THE SECRET OF AN IDEAL EYE: PROPER SALTING OF SEMI-HARD CHEESE WITH PROPIONIC ACID BACTERIA**

*The article considers the problem of excessive growth of propionic acid bacteria in the subcrust layer of semi-hard cheeses during ripening in vacuum packaging, which leads to defects in the eye pattern (eyes near the surface). It is shown that traditional salting regimes do not always prevent this defect. The study is devoted to exploring the possibility of reducing the formation of eyes near the surface of the cheese wheel in cheeses with a low second-heating temperature, ripened with the participation of propionic acid bacteria, by using a more concentrated brine during the final hours of salting and strains of propionic acid bacteria with increased salt sensitivity.*

**Keywords:** cheese, propionic acid bacteria, salting, MRI, gas formation, cheese pattern

Значение посолки при производстве сыров трудно переоценить – это многофункциональный технологический этап, который напрямую влияет на безопасность, вкус, аромат, текстуру и даже рисунок будущего продукта. Соль не просто делает сыр соленым, она управляет микробиологическими, биохимическими и физико-химическими процессами [1]. Соль обеспечивает дополнительное выделение сыворожки из сыра в процессе посолки, способствуя дренированию через сырную массу свободной водной фазы. Воздействуя на процесс гидратации белков, соль принимает участие в образовании сырной корки [2, 3].

Посолка полутвердых сыров с пропионовокислыми бактериями – это сложный баланс. С одной стороны, соль необходима для вкуса и безопасности, а с другой – ее избыток может полностью подавить их развитие, что приведет к порокам и отсутствию глазков в сыре.

В современных условиях производства все больше применяется конвейерная система упаковки, при которой головки после посолки обдуваются воздухом, обрабатываются, а затем их сразу помещают в пакет [4, 5]. Учитывая, что пропионовокислые бактерии являются анаэробами, ранняя упаковка сыра в полимерный материал под вакуумом способствует развитию пропионовокислых бактерий по всему объёму сырного матрикса. Поэтому упаковка сыра под вакуумом в полимерные материалы с низкой паро-влагопроницаемостью создает потенциально благоприятные условия для развития анаэробных пропионовокислых бактерий в подкорковом слое, что способствует образованию глазков близко к поверхности сыра. Это нежелательно и расценивается мастерами-сыроделами как брак (Рис. 1).



**Рисунок 1.** Развитие глазков близко к поверхности сырной головки

Обычно в полутвердых сырах с пропионовокислыми бактериями содержание соли находится в диапазоне от 0,8 до 1,3 % [4]. Очевидно, что такая концентрация NaCl недостаточна для торможения избыточного развития пропионовокислых бактерий. В связи с этим сделано предположение о том, что уменьшения образования

глазков у поверхности сырной головки можно добиться путем использования более концентрированного рассола в последние часы посолки сыра, а также использованием в составе закваски штаммов пропионовокислых бактерий с повышенной чувствительностью к соли.

Для проверки этой гипотезы были проведены исследования, целью которых было установление возможности снижения риска образования глазков в подкорковом слое головок сыров с пропионовокислыми бактериями.

На первом этапе исследовали коллекционные штаммы *P. freudenreichii* на их способность развиваться и образовывать углекислый газ в модельной среде с повышенной концентрацией соли. Состав модельной среды: дрожжевой автолизат 1 г, хлористый кобальт 0,01 г, калий фосфорнокислый однозамещенный – 1 г, молочная кислота концентрацией 40 % – 20 см<sup>3</sup>, пептон – 10 г, соль в разных концентрациях. Указанные компоненты растворяли в 1000 см<sup>3</sup> водопроводной воды, перемешивали с помощью магнитной мешалки в течение 5 мин и доводили рН до 7,1±0,1 ед. раствором гидроксида натрия концентрацией 30 %, разливали по пробиркам с применением бутылочного дозатора и стерилизовали при температуре 121±2 оС в течение 15 мин.

На Рис. 2 показано развитие штаммов пропионовокислых бактерий в модельной среде с разной концентрацией NaCl при температуре 30 °С в течение 16 часов. График построен по средним значениям показателя оптической плотности суспензии штаммов *P. freudenreichii*, коррелирующей с количеством бактериальных клеток. Среднеквадратическое отклонение от среднего составляет ±5–10 отн. %.

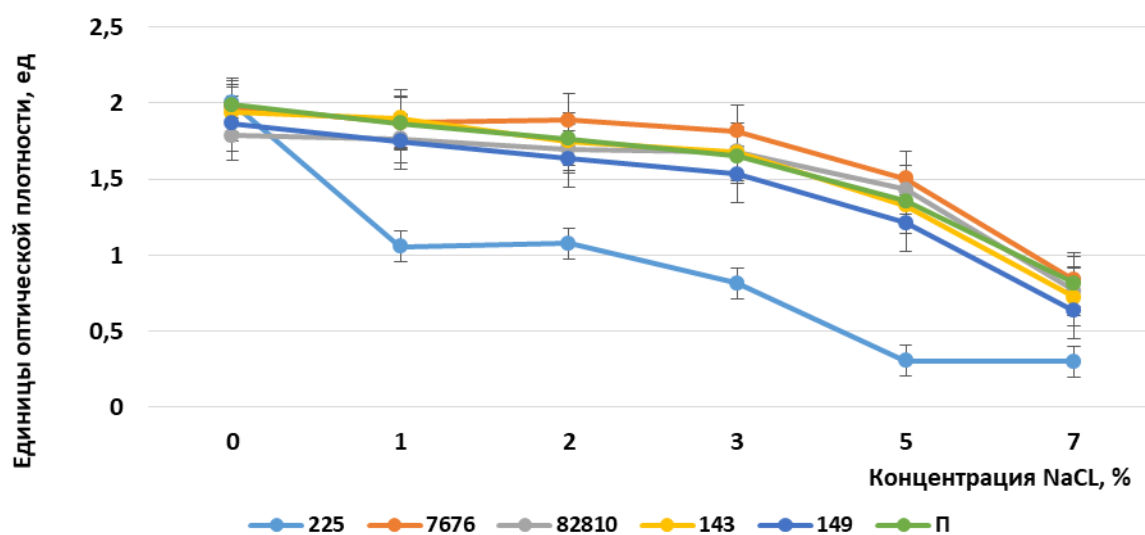
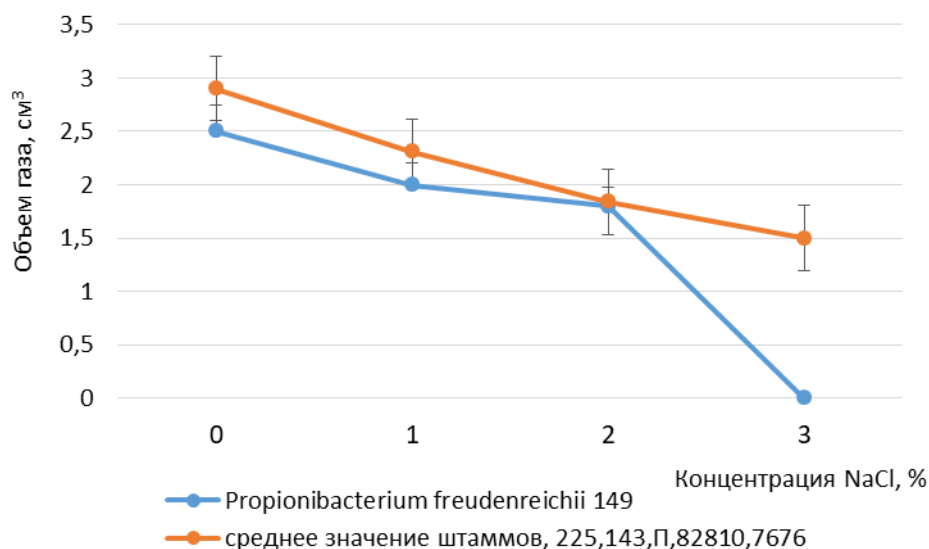


Рисунок 2. Влияние концентрации NaCl в модельной среде на развитие штаммов пропионовокислых бактерий

Как следует из результатов, представленных на Рис. 2, наиболее чувствительным к концентрации соли оказался штамм *P. freudenreichii* 225.

Для образования рисунка в сыре важна не только степень развития, но и способность культур пропионовокислых бактерий образовывать газ. Поэтому было проведено исследование влияние NaCl на образование газа.

На Рис. 3 представлен график влияния концентрации NaCl на газообразование штаммов пропионовокислых бактерий в модельной среде. График построен по средним значениям объема газа. Среднеквадратическое отклонение от среднего составляет  $\pm 5-10$  отн. %.



**Рисунок 3.** Влияние концентрации NaCl на газообразование штаммов пропионовокислых бактерий

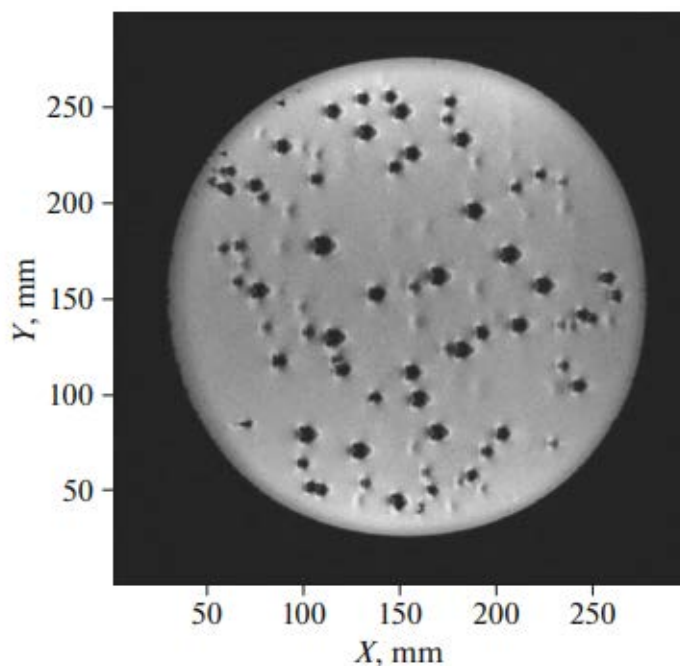
Из исследуемых культур выделялся штамм *P. freudenreichii* 149, у которого газообразование резко снижалось при увеличении концентрации NaCl более 2 %, в то время как остальные штаммы одинаково реагировали на увеличение содержания соли в среде.

Следует отметить, что даже при концентрации NaCl в среде на уровне 1 % все штаммы пропионовокислых бактерий снижали образование газа минимум на 20 %. Это подтверждает сделанное предположение о возможности предотвращения их развития вблизи поверхности сыра созданием временной высокой концентрации соли в поверхностном слое головки.

Второй этап исследований был проведен в условиях экспериментально-производственного сыродельного цеха ВНИИМС, где вырабатывали полутвердые сыры с массовой долей жира в сухом веществе ( $45 \pm 1$ ) %.

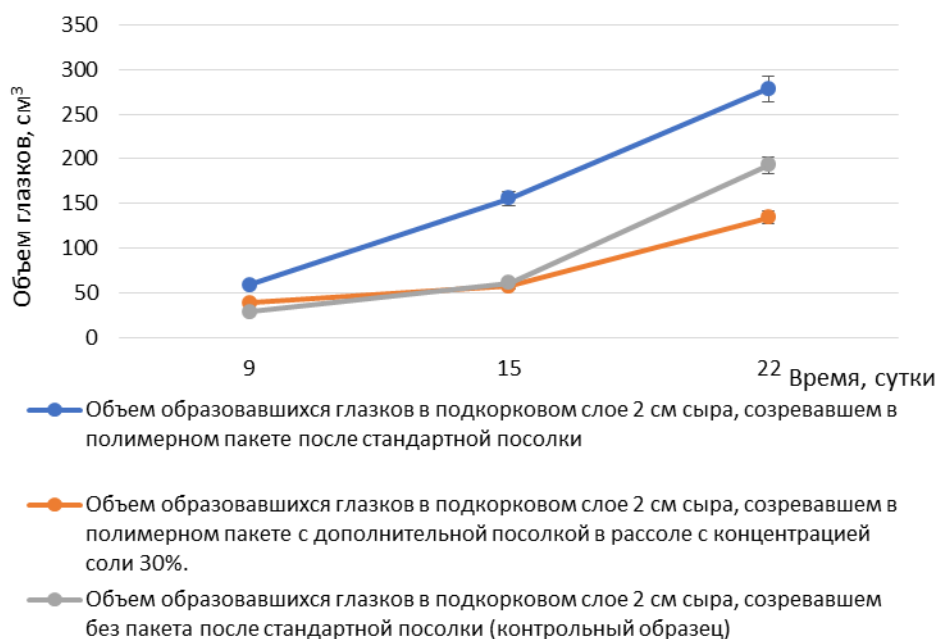
Штаммы пропионовокислых бактерий выбирали из коллекции ВНИИМС случайным образом. Для образования повышенной концентрации соли в поверхностном слое окончательную посолку опытных сыров проводили в перенасыщенном рассоле концентрацией NaCl 30 % в течение последних 3 часов. Часть головок сыра сразу после посолки упаковывалась в пакет Gruovac BV3950, а контрольная головка сыра созревала классическим корковым способом.

Определение образования глазков сыра в подкорковом слое проводили при созревании сыров в «теплой» камере при температуре 24 °С, которая по результатам ранних исследований была выбрана как оптимальная [6]. Расчет объема пустот осуществляли методом неразрушающего контроля с использованием магнитно-резонансной томографии (МРТ) [7] – Рис. 4.



**Рисунок 4.** Снимок глазков в подкорковом слое сыра, полученный методом МРТ

Как следует из данных, представленных на Рис. 5, досол сыра в концентрированном рассоле (оранжевая линия) позволил снизить объем глазков в подкорковом сыре к концу нахождения сыра в «теплой» камере созревания практически в 2 раза – с 278 до 134 см<sup>3</sup> по сравнению с сыром, созревающим в таком же полимерном пакете, посоленным стандартным методом (синяя линия), и в 0,7 раза – с 193 до 134 см<sup>3</sup> по сравнению с контрольным вариантом сыра (серая линия).



**Рисунок 5.** Изменение объема глазков в подкорковом слое сыра в процессе созревания при температуре 24 °С

В сырах, созревающих в полимерных материалах, доля пустот в подкорковом слое от общего объема образовавшихся глазков к концу первой половины созревания в «теплой» камере составляла около 67 %, в то время как в контрольном сыре это значение было на уровне 55 % (таблица 1).

Таблица 1

**Отношение объема пустот в подкорковом слое к общему объему, занимаемому глазками**

Сутки	В полимерном пакете при обычном посоле, %	В полимерном пакете при досоле в 30%-ном рассоле, %	Контроль при обычном посоле, %
15	66,7	28,7	54,6
22	36,0	21,0	51,2

К концу созревания доля пустот в подкорковом слое у сыров, созревающих в полимерных пакетах, уменьшилась до 36,0 %, а у контрольной группы оставалась примерно на том же уровне и составляла 51,2 %. Этот эффект связан с общим более сильным развитием рисунка сыра в бескорковых сырах, но не являлся достаточным, т.к. общий объем газа в подкорковом сыре, созревавшем в полимерном пакете, составлял 278 см<sup>3</sup>. В контрольном образце этот показатель был значительно ниже – 193 см<sup>3</sup>.

Наблюдения за развитием рисунка с помощью метода МРТ показало, что относительное образование пустот в подкорковом слое у сыров опытной группы было ниже, чем у сыров контрольной группы. Это также подтвердило гипотезу о том, что досолка сыра в концентрированном растворе соли сдерживала развитие пропионовокислых бактерий.

Полученные результаты показывают, что для управления образованием рисунка в сыре, в частности в подкорковом слое, целесообразно изменить технологию посолки полутвердых сыров с участием пропионовокислых бактерий, созревающих по бескорковому методу. Необходимо найти удобное технологическое решение, позволяющие на короткое время увеличить градиент концентрации соли в поверхностном (подкорковом) слое сыра, что позволит ограничить образование газа пропионовокислыми бактериями в этом слое и, как следствие, снизит процент брака.

**Выводы**

Установлено, что не все штаммы пропионовокислых бактерий одинаково реагируют на повышение концентрации соли в части их развития и газообразования. Полученные результаты позволили предположить, что комбинация штаммов 149 и 225 при выработке сыра с временно повышенным градиентом соли на поверхности может снизить риск образования нежелательного рисунка в бескорковом сыре близко к поверхности продукта. Данное предположение подтверждено при выработках сыра.

Заключительная кратковременная посолка с увеличенной концентрацией соли до 30 % (перенасыщенный раствор) в последние 3 часа позволяет снизить количество образовавшихся глазков в подкорковом слое в 3 раза.

На способ посолки сыра с низкой температурой второго нагревания, созревающего при участии пропионовокислых бактерий в полимерных материалах, разработанный по результатам проведенных исследований, получен патент РФ [8].

**Список использованной литературы:**

1. **МакСуини, П.Л.Г.** Практические рекомендации сыроделам / П.Л.Г. Мак Суини // Пер. с англ. Под ред. канд. тех. наук И.А. Шергиной – СПб.: Профессия, 2011. – С. 243–262.
2. **Остроухова, И.Л.** Влияние рассола на структурные свойства полутвердых сыров / И.Л. Остроухова, Д.В. Остроухов // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 6. – С. 28–29.
3. **Майоров, А.А.** Способы посолки сыров // А.А. Майоров, И.М. Мироненко // Сыроделие и маслоделие. – 2013. – № 3. – С. 22–26.
4. **Мордвинова, В.А.** Факторы, влияющие на качество сыров типа «Маасдам» / В.А. Мордвинова, Г.М. Свириденко // Сыроделие и маслоделие. – 2015. – № 3. – С. 28–30.
5. **Наумова, Т.И.** Научно-техническое прогнозирование развития технологических процессов посолки в линии производства полутвердых сыров: выпускная квалификационная работа (магистратура) / Т.И. Наумова; РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва, 2024. – 95 с.
6. **Смирнова, Т.С.** Разработка биотехнологических приемов производства бескорковых полутвердых сыров с пропионовокислыми бактериями: автореф. дис. канд. техн. наук / Т.С. Смирнова; Всероссийский науч.-исслед. ин-т маслоделия и сыроделия - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. – Углич, 2026. – 23 с.
7. **Рогов, Г. Н.** Изучение влияния упаковочного материала на развитие рисунка в полутвердых сырах, полученных с применением пропионовокислых бактерий / Г.Н. Рогов, Т.С. Смирнова, С.И. Карташов, Д.А. Ковалишина, М.В. Калмыкова, З.Б. Намсараев // Nanobiotechnology Reports. – 2024. – Vol. 19. – №5. – P.815-823. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2024-6-18>
8. **Патент РФ № 2850345** Способ посолки сыра с низкой температурой второго нагревания, созревающего при участии пропионовокислых бактерий в полимерных материалах / Г.Н. Рогов, Т.С. Смирнова // - заявл. 18.02.2025 опубл. 11.11.2025 бюлл. 2025103682.