



### **Кувшинова Ольга Александровна**

*кандидат технических наук, доцент, кафедра механизации переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск*

*olga-kuvshinova@rambler.ru*

УДК 66.067.164.8.035.2

## **ИЗУЧЕНИЕ САНАЦИИ РАССОЛА МЕТОДОМ МИКРОФИЛЬТРАЦИИ**

*В статье представлены результаты очистки солевого рассола методом микрофльтрации. Полученные данные позволяют сформулировать общие рекомендации по мойке мембранных установок с микрофльтрационными элементами, используемыми для санации рассола для посолки сыра.*

*Ключевые слова: полимерные мембраны, микрофльтрация, регенерация, очистка, солевой рассол.*

Рассольные сыры характеризуются острым вкусом с разными вкусовыми оттенками, содержанием 4–7 % поваренной соли и 45–50 % жира [1; 2, с. 186]. Почти все рассольные сыры готовятся без термической обработки, следовательно, полезные компоненты, входящие в состав молока, остаются неизменными [3]. Такое сочетание макро- и микроэлементов делает рассольные сыры полезными практически для всех категорий людей [4].

Отличительная особенность технологии рассольных сыров – созревание и хранение в растворе соли, массовая доля хлорида натрия в котором составляет 14... 18 %, что и определяет характерные признаки рассольных сыров [5, с. 280]. Рассол готовится в резервуаре, из которого насосом подается для тепловой обработки в трубчатый пастеризатор, и затем через пластинчатый охладитель поступает в бассейн [6, с. 385].

Качество рассола играет важную роль и зависит от качества его составных частей – соли, воды, молочной микрофлоры и микроорганизмов [7, с. 28]. Свежий приготовленный рассол непригоден для посолки сыра, так как в нем не созданы по всей массе специальная микрофлора, буферность, коллоидность и биологическая активность. Выдержка и приготовление свежего рассола



занимают 10–14 дней. Свежий рассол можно добавлять в старый рассол в объеме не более 50 %, учитывая его физические, химические и микробиологические показатели [8, с. 26].

Со временем микроорганизмы накапливаются в рассоле (особенно в пене на поверхности) и могут привести к образованию постороннего привкуса и появлению белых пятен на сыре. При использовании микрофльтрации из рассола наряду с микроорганизмами удаляются белки и жиры, и в то же время поддерживается баланс минеральных веществ, что важно для перехода соли в сыр [9, с. 44].

Регенерация отработанного сырного рассола позволяет сократить расход поваренной соли и питьевой воды, уменьшить износ канализационных сетей предприятий за счет снижения объема соленых сточных вод [10, с. 54]

Целью настоящей работы является изучение процесса очистки рассола методом микрофльтрации. Исследование проводилось на базе лаборатории «Энергоэффективные технологии переработки сырья и материалов» института механики и энергетики (г. Саранск). Объект исследования – рассол для посолки сыра ООО Сыроваренный завод «Сармич» (г. Инсар). Используемое оборудование – модернизированная лабораторная мембранная установка LabUnit M20 компании Alfa Laval (Швеция) [11, с. 404].

Методика очистки рассола после посолки сыров описана в работе [12].

Для санации рассола использовались плосколистовые мембраны Alfa Laval-MF0,45PP с отсечкой 0,45 мкм. Фльтрация рассола проводилась с отбором фильтрата при  $T = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $\Delta p = 0,145\text{ МПа}$  до снижения производительности по пермеату на 20 %. Поддержание постоянного коэффициента сгущения в процессе фильтрации обеспечено подачей отбираемого пермеата непосредственно в резервуар с ретентатом, что соответствует условиям реализации непрерывного процесса санации рассола в промышленных мембранных установках. Рассол вытеснялся из системы подготовленной водой (не менее 5 объемов системы,  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Далее определялось значение коэффициента проницаемости по воде ( $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Основные параметры режима проведения операции регистрируются в электронном журнале проведения исследований [13]. На их основе автоматически рассчитываются параметры, необходимые для оперативного контроля процесса фильтрации, мойки и оценки проницаемости мембранных элементов (рис. 1).



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: Эл № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016  
 Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2019. № 1. ID 150

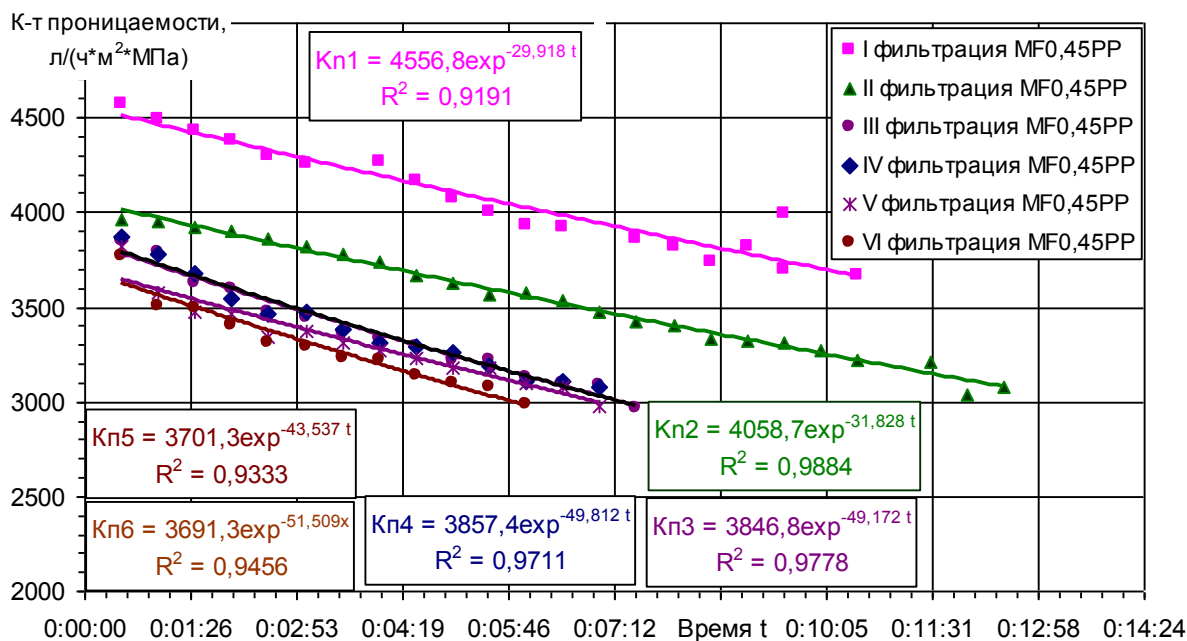


Рис. 1. Проницаемость мембраны MF0,45PP при фильтрации рассола

Из рассмотрения данных следует, что в процессе фильтрации рассола имеет место экспоненциальное снижение коэффициента проницаемости, обусловленное образованием и ростом гелевого слоя на поверхности мембранных элементов. Согласно принятой методике поддержания в процессе фильтрации постоянного коэффициента сгущения, скорость роста толщины гелевого слоя определяется скоростью течения ретентата вдоль поверхности мембран, а также концентрацией органических соединений (белков, лактозы и жиров) и величиной трансмембранной разности давлений.

График, представленный на рис. 2 показывает, что по мере роста количества циклов «фильтрация рассола – мойка» наблюдается снижение темпов падения коэффициента проницаемости для моющих средств компании Diversey (США).

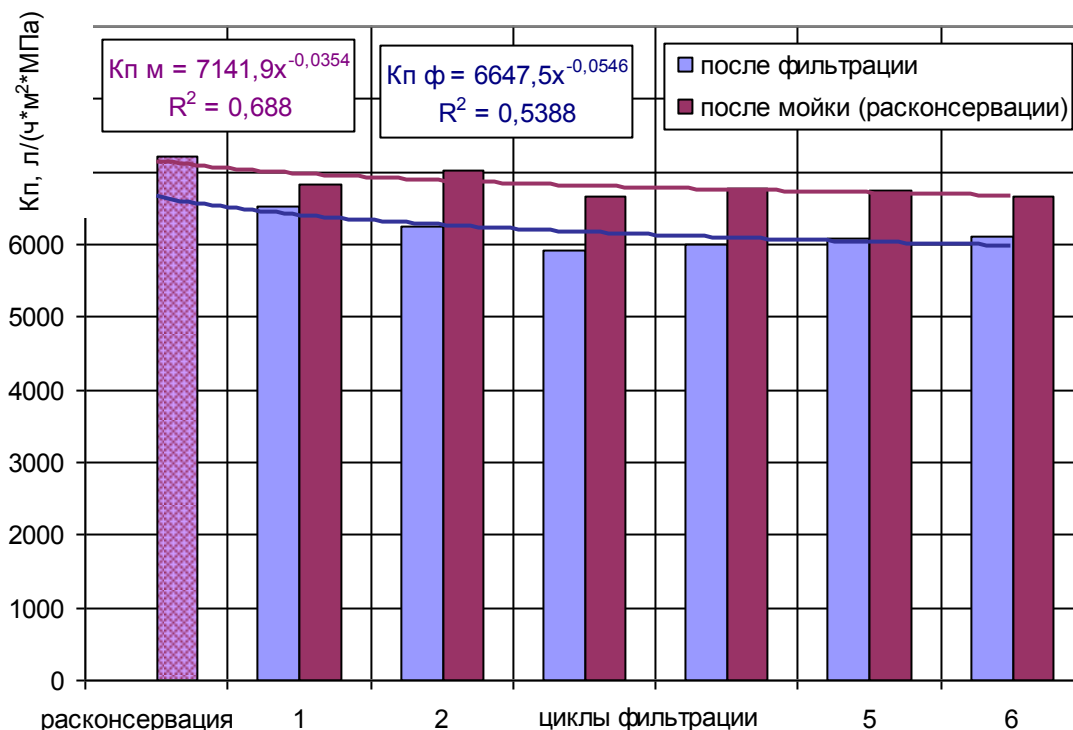


Рис. 2. Изменение коэффициента проницаемости по воде мембран Alfa Laval-MF по циклам «фильтрации – мойка» при использовании моющих средств компании Diversey

Из данного графика следует, что моющие средства компании Diversey достаточно эффективны в рамках исследования (эффективность 95 %). Для дальнейшего уточнения требуется проведения существенно большего количества циклов «фильтрация рассола – мойка».

В ходе исследования проводилась оценка состояния поверхности фильтрационных мембранных элементов на электронном микроскопе Quanta 200i 3D FEI с кратностью увеличения  $\times 900$  [14]. Результаты микроскопирования поверхности мембран представлены на рис. 3.

Полученные результаты позволяют сформулировать общие рекомендации по мойке мембранных установок с фильтрационными элементами компании Alfa Laval, используемыми для санации рассола для посолки сыра.



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: Эл № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016  
Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2019. № 1. ID 150

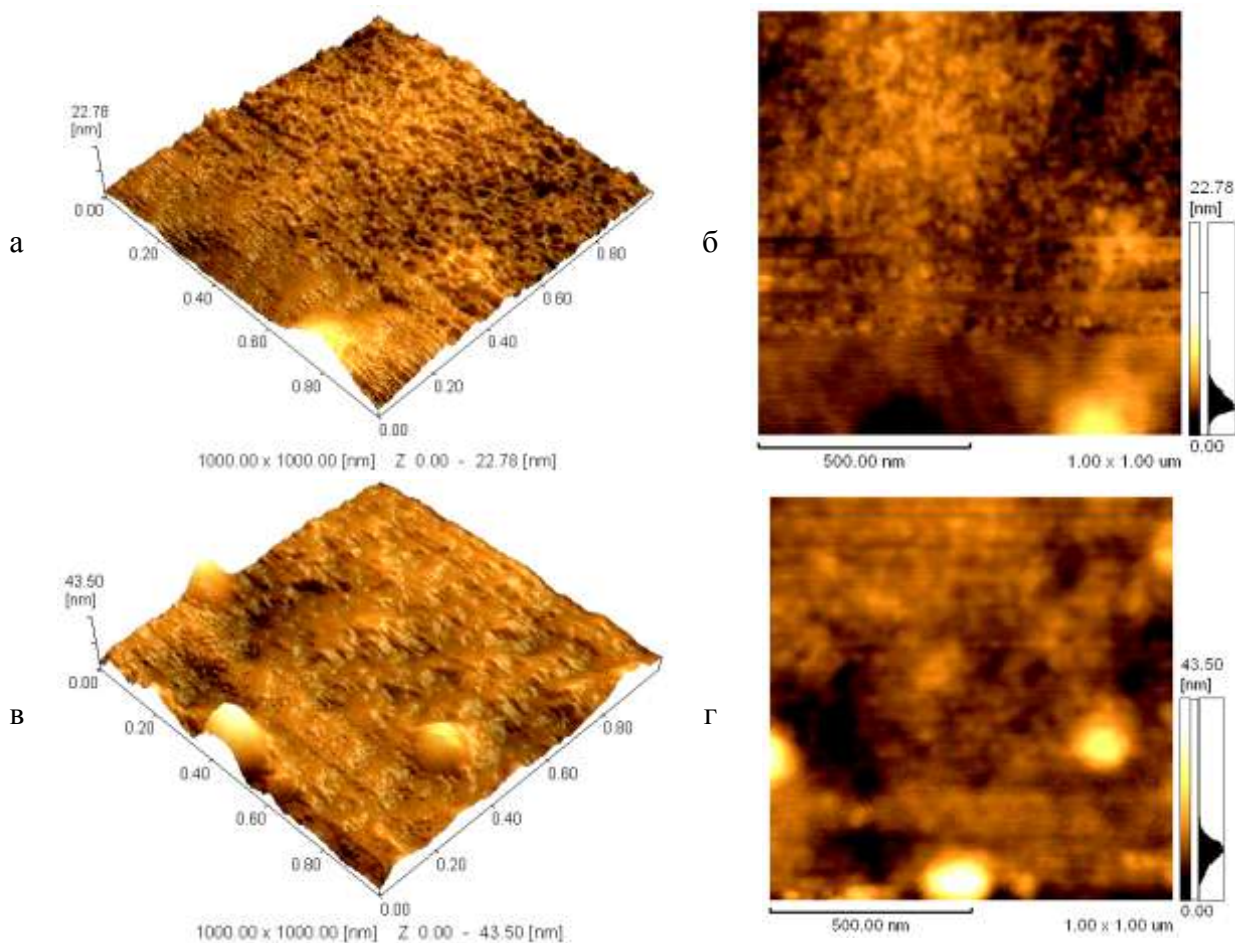


Рис. 3. 3D и 2D-фотографии фрагментов поверхности фильтрационных мембран Alfa Laval-MF размером 1.0×1.0 мкм, полученные микрофотографированием их поверхности после расконсервации моющим средством Diversey Divos 110 (а, б) и 5 циклов «фильтрация рассола – мойка средствами компании Diversey» (в, г)



*Список использованных источников*

1. ГОСТ 33959-2016. Сыры рассольные. Технические условия. М. : Стандартинформ, 2016. URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/63617>. (дата обращения 4.10.18).
2. Шингарева Т. И., Раманаускас Р. И. Производство сыра. Минск : ИВЦ Минфина, 2008. 384 с.
3. Рассольные сыры: польза и вред : медицинский сайт. URL: <http://okeydoc.ru/rassolnye-syry-polza-i-vred/> (дата обращения 4.10.18).
4. Что нужно знать о рассольных сырах : сайт международного объединения поставщиков натуральной экопродукции «Экокластер». URL: [http://ecocluster.ru/helpful\\_information/?ID=8590](http://ecocluster.ru/helpful_information/?ID=8590). (дата обращения 4.10.18).
5. Технология молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь, А. Г. Храмцов, З. В. Волокитина, С. В. Карпычев. М. : КолосС, 2007. 455 с.
6. Кузнецов В. В., Шилер Г. Г. Справочник технолога молочного производства. Т. 3. Сыры. СПб. : ГИОРД, 2003. 512 с.
7. Остроухова И. Л., Остроухов Д. В. Влияние рассола на структурные свойства полутвердых сыров // Сыроделие и маслоделие. 2009. № 6. С. 28–29.
8. Приболотный А. В. Посолка сыра: первые шаги // Сыроделие и маслоделие. 2009. № 6. С. 26–27.
9. Приболотный А. В. Способ очистки рассола от белка // Сыроделие и маслоделие. 2010. № 3. С. 44–45.
10. Остроухов Д. В., Санков В. Н., Коломийцев А. Г. Очистка рассолов для посолки сыров // Переработка молока. 2011. № 2. С. 54.
11. Кувшинова О. А. Оборудование для баромембранного разделения и концентрирования жидких пищевых сред // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы XI междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти д.с/х.н. С. А. Лапшина. Саранск, 2016. С. 402–407.
12. Кувшинова О. А. Применение мембранной установки LabUnit M20 для очистки рассола // Научное обозрение. 2018. № 4. URL: <https://srjournal.ru/2018/id149/> (дата обращения 27.11.18).
13. Программа автоматизации системы измерения мембранной установки Alfa Laval LabUnit M20 / В. В. Кузнецов, О. А. Кувшинова, В. Н. Водяков, Т. П. Бояркина. Свидетельство РФ № 2018618564 от 16.07.2018 г.
14. FEI Quanta 200 3D DualBeam / Российская национальная нанотехнологическая сеть : сайт. URL: [http://www.rusnanonet.ru/download/equipment/Quanta\\_3D\\_DualBeam.pdf](http://www.rusnanonet.ru/download/equipment/Quanta_3D_DualBeam.pdf). (дата обращения 4.10.18).



**Kuvshinova Olga**

*Doctor of technical Sciences, Associate Professor, Department of mechanization of processing of agricultural products, Institute of mechanics and power engineering, Federal state budgetary educational institution of higher education "National research N. P. Ogarev Mordovian state University", Saransk*

**STUDYING OF SANITATION OF THE BRINE BY THE  
MICROFILTRATION METHOD**

*The article presents the results of salt brine purification using microfiltration. The obtained data allow us to formulate general recommendations for washing membrane plants with microfiltration elements used for the rehabilitation of brine for salting cheese.*

*Key words: polymer membranes, microfiltration, regeneration, purification, salt brine.*

© АНО СНОЛД «Партнёр», 2019

© Кувшинова О. А., 2019

**Учредитель и издатель журнала:**

Автономная некоммерческая организация содействие научно-образовательной и литературной деятельности «Партнёр»  
ОГРН 1161300050130 ИНН/КПП 1328012707/132801001

**Адрес редакции:**

430027, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Ульянова, д.22 Д, пом. 1  
тел./факс: (8342) 32-47-56; тел. общ.: +79271931888;  
E-mail: [redactor@anopartner.ru](mailto:redactor@anopartner.ru)



www.anopartner.ru  
"ПАРТНЕР"  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

**О журнале**

- ✓ Журнал имеет государственную регистрацию СМИ и ему присвоен международный стандартный серийный номер ISSN.
- ✓ Материалы журнала включаются в библиографическую базу данных научных публикаций российских учёных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
- ✓ Журнал является официальным изданием. Ссылки на него учитываются так же, как и на печатный труд.



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: Эл № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016

**Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2019. № 1. ID 150**

- ✓ Редакция осуществляет рецензирование всех поступающих материалов, соответствующих тематике издания, с целью их экспертной оценки.
- ✓ Журнал выходит на компакт-дисках. Обязательный экземпляр каждого выпуска проходит регистрацию в Научно-техническом центре «Информрегистр».
- ✓ Журнал находится в свободном доступе в сети Интернет по адресу: **www.srjournal.ru**. Пользователи могут бесплатно читать, загружать, копировать, распространять, использовать в образовательном процессе все статьи.

**Прием заявок на публикацию статей и текстов статей, оплата статей осуществляется через функционал Личного кабинета сайта издательства "Партнёр" ([www.anopartner.ru](http://www.anopartner.ru)) и не требует посещения офиса.**