



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 631.362.3:641.4

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННОЙ УСТАНОВКИ LABUNIT M20 ДЛЯ ОЧИСТКИ РАССОЛА

В статье представлена методика очистки рассолов методом микрофльтрации. Целью является повышение эффективности системы посолки сыров и улучшение санитарно-гигиенического состояния рассола при малых энергозатратах. В результате установлена последовательность стадий мембранной фильтрации продукта и химической очистки мембран.

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

Посолка сырной массы – важный этап в технологии производства сыров, в значительной степени определяющий формирование их видовых особенностей и качественных показателей [1, с. 85; 2, с. 168].

Поваренная соль регулирует микробиологические, биохимические и физические процессы при созревании сыра, то есть способствует формированию его вкуса, консистенции, рисунка, корки и др. [3, с. 23]. Качество рассола играет важную роль и зависит от качества его составных частей – соли, воды, молочной микрофлоры и микроорганизмов [4, с. 28]. Солевые растворы имеют высокую концентрацию соли (18–20 % массы) и небольшую длительность использования (несколько дней в зависимости от конкретного производства). По истечении этого срока растворы утилизируют и готовят свежие [5, с. 23].

Для подготовки рассола, а также для его регенерации после посолки применяются различные методы очистки от имеющихся в нем загрязнений: механические, химические, физические, тепловые, мембранные [6, с. 44; 7, с. 54].

Самым затратным способом регенерации рассола является пастеризация. Восстановление рассола заключается в регулировании концентрации хлорида натрия, кислотности, температуры и чистоты рассола [2, с. 192].



Использование микрофльтрации для очистки сырного рассола повышает эффективность производственных процессов благодаря снижению затрат на обработку сточных вод. Процесс протекает постоянно, без остановок на замену раствора без добавок или вспомогательного фильтрующего материала. Процесс полностью автоматизирован и очень хорошо вписывается в поточные высокоавтоматизированные линии производства сыра [8].

Целью настоящей работы является отработка методики очистки рассола методом микрофльтрации на модернизированной лабораторной мембранной установке LabUnit M20 компании Alfa Laval (Швеция) [9, с. 404]. Исследование проведено 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).

Методика очистки рассола после посолки сыров на мембранной установке LabUnit M20 состоит из этапов, включающих серию из пяти циклов «фльтрация рассола – мойка» с оценкой эффективности мойки средствами компании Diversey.

1. Подготовка к проведению работы

Перед запуском установки необходимо проверить правильность установки всех внутренних и внешних трубных соединений, наличие электрического источника питания и направление вращения насоса. Визуально оцениваются внешний вид продукта и источника воды.

Необходимо закрыть клапан гидравлической системы подъема платформы мембранного модуля, а также смазать кольца-уплотнители.

2. Основные принципы работы

Собранный пакет мембран центрируется по оси на платформе, снабжается выпускными патрубками для сбора фильтрата. С помощью гидроцилиндра пакет мембран поджимается к верхней пластине.

Питающий насос мощностью 3 кВт снабжен вариатором скорости и обеспечивает производительность до 24 л/мин и давление до 60 бар. Панель запуска/остановки питающего насоса, настройки скорости подачи и индикации режима работы электродвигателя расположены сверху на столе системы.

Температура контролируется с помощью теплообменника. Мембранные элементы должны находиться во влажном состоянии.

Длительность процесса фльтрации не должна превышать 8 часов. В процессе фльтрации проводятся замеры давления на входе и выходе трансмембранного канала, производительности по пермеату и ретентату, а по завершении цикла – отбираются пробы для определения рН-фактора ретентата и



пермеата. На пятом цикле после завершения этапа дополнительно отбираются пробы пермеата для определения в них наличия микрофлоры.

Разработанный программный комплекс «MEMBRANE» [10] позволяет в динамике статистически обрабатывать и отображать на графике экспериментальные данные процесса мембранного разделения, а также регистрировать их в файле данных.

3. Расконсервация мембран

Расконсервация мембранных элементов Alfa Laval-MF проводится раствором Divos 110 (1,1 %; 40 °С; 40 мин). Далее мембраны ополаскиваются подготовленной водой (30 °С). Проводится определение начального значения коэффициента проницаемости по воде (Water Flux, 30 °С).

С учетом высокой селективности микрофильтрационных мембран (рис. 1) для их расконсервации, мойки и оценки регенеративной способности моющих средств используется очищенная методом обратного осмоса вода с содержанием растворенных веществ (жесткостью) не более 100 мг/л [11, с. 42].

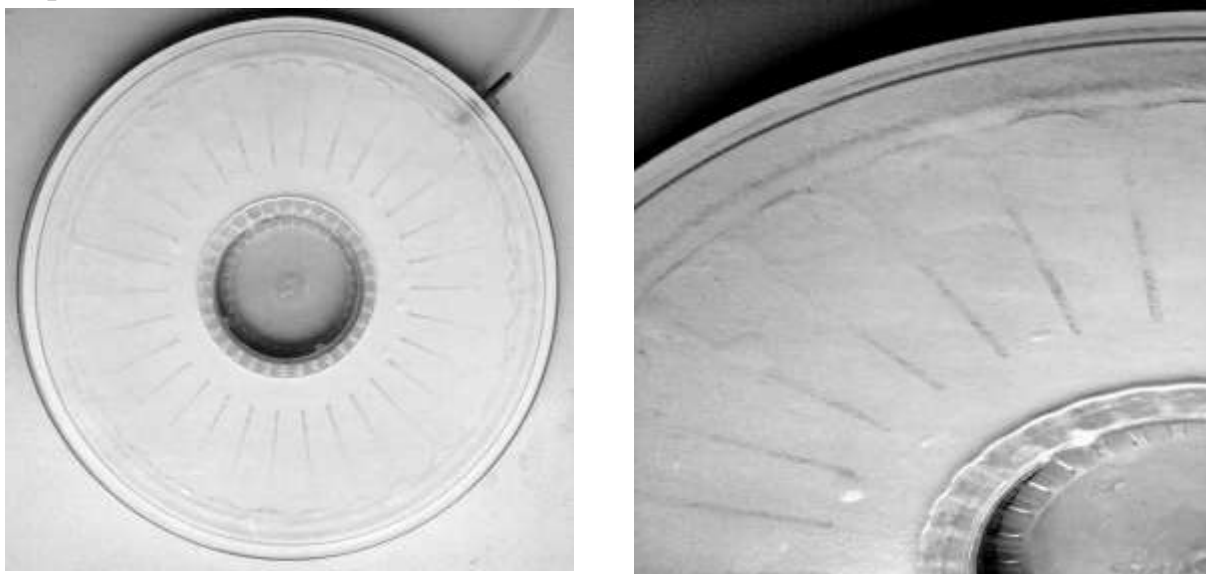


Рис. 1. Внешний вид мембранных элементов Alfa Laval-MF с системой отвода пермеата после проведения пяти циклов «микрофильтрация рассола – мойка»

4. Микрофильтрация рассола

Очистка рассола микрофильтрацией проводится при постоянном перепаде давления в трансмембранном канале и температуре 20°С до снижения производительности по пермеату на 20 %.

Затем рассол вытесняется из системы подготовленной водой (не менее 5 объемов системы, 30 °С). Далее определяется значение коэффициента проницаемости по воде (Water Flux, 30°С).

5. Регенерация мембранных элементов



В качестве моющих средств выбраны средства компании Diversey [12]: кислотное средство Divos 1; ферментное Divos 80-2 со щелочной добавкой Divos 95; щелочное моющее средство Divos 110.

Средства не должны попадать в сточные воды или в систему водоснабжения без предварительной нейтрализации или многократного разбавления. При использовании по прямому назначению средства не представляют собой опасности для окружающей среды.

Регенерация мембранных элементов Alfa Laval-MF состоит из следующих этапов:

1) Мойка кислотным моющим средством Diversey Divos 2 (0,3 %; pH 1,8 – 2,0; 50 °C; 20 мин).

2) Ополаскивание подготовленной водой (не менее 5 объемов системы; жесткость не более 100 мг/л; 30 °C).

3) Мойка ферментным моющим средством Diversey Divos (0,4% Divos 95 + 0.3% Divos 80-2; pH 9,5 – 10,5; 50 °C; 45 мин).

4) Ополаскивание подготовленной водой (не менее 5 объемов системы; жесткость не более 100 мг/л; 30 °C).

5) Мойка щелочным моющим средством Divos 110 (0,6%; pH max 11; 50 °C; 30 мин).

6) Ополаскивание подготовленной водой (не менее 5 объемов системы; жесткость не более 100 мг/л; 30 °C).

7) Определение текущего значения коэффициента проницаемости по воде (Water Flux, 30 °C).

Для корректного сравнения эффективности исследованных моющих средств необходимым требованием является обеспечение идентичности режимов проведения операций по циклам. 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.

6. Оформление результатов эксперимента

Основные параметры режима проведения операции регистрируются в электронном журнале проведения исследований (рабочей книге MS Excel). На их основе автоматически рассчитываются ряд параметров, значения которых использованы для оперативного контроля процесса фильтрации, мойки и оценки проницаемости мембранных элементов:

- перепад давления на пакете фильтрационных мембран, бар

$$\Delta P = \frac{P_{in} - P_{out}}{2} - P_0 \quad (1)$$



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

Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2018. № 4. ID 149

где P_{in} , P_{out} – давления на входе и выходе из трансмембранного канала, бар;
 P_0 – нормальное атмосферное давление, бар;
• коэффициент проницаемости, л/(м²ч)

$$k_n = \frac{Q_n}{A_\Sigma} \quad (2)$$

где
 Q_n – объемный расход пермеата, л/ч;
 A_Σ – суммарная площадь мембран, смонтированных в пакете, м²;
• удельный коэффициент проницаемости, л/(м²ч·бар)

$$k_v = \frac{k_n}{\Delta P} \quad (3)$$

Для повышения точности определения удельного коэффициента проницаемости по воде уравнение (3) модифицировано с учетом погрешности регулирования температуры:

$$k_v = \frac{2Q_n \cdot \exp\left[\frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_i + 273,15} - \frac{1}{303,15} \right)\right]}{A_\Sigma (P_{in} + P_{out} - 2P_0)} \quad (4)$$

где
 $E = 15400$ – энергия активации вязкого течения воды, Дж/моль;
 $R = 8,314$ – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);
 T_i – температура среды, при которой определен удельный коэффициент проницаемости, °С.

Если установка временно не эксплуатируется, то в установку заливается дезинфицирующий раствор, который оставляется в ней. Перед началом эксплуатации проводится промывка установки водой.

Мембранная очистка отработанного сырного рассола позволит сократить расход поваренной соли и питьевой воды, уменьшить износ канализационных сетей предприятий за счет снижения объема соленых сточных вод, что также благоприятно скажется на защите окружающей среды.



Список использованных источников

1. Денисюк Е. А., Носова И. А. Ресурсосберегающий способ обработки рассола при посолке сыров // Вестник НГИЭИ. 2011. Т. 2. № 2 (3). С. 85–92.
2. Шингарева Т. И., Раманаускас Р. И. Производство сыра. Минск : ИВЦ Минфина, 2008. 384 с.
3. Остроухова И. Л., Остроухов Д. В. Посолка сыров. Что нового? // Сыроделие и маслоделие. 2009. № 6. С. 23–24.
4. Остроухова И. Л., Остроухов Д. В. Влияние рассола на структурные свойства полутвердых сыров // Сыроделие и маслоделие. 2009. № 6. С. 28–29.
5. Свириденко Г. М. Может ли быть рассол источником обсеменения продуктов опасными микроорганизмами? // Молочная промышленность. 2008. № 9. С. 23.
6. Приболотный А. В. Способ очистки рассола от белка // Сыроделие и маслоделие. 2010. № 3. С. 44–45.
7. Остроухов Д. В., Санков В. Н., Коломийцев А. Г. Очистка рассолов для посолки сыров // Переработка молока. 2011. № 2. С. 54.
8. Очистка рассолов для посолки сыров / Альтаир : официальный сайт компании. URL:<http://www.altair-aqua.ru/napravlenija-dejatelnosti/vodopodgotovka/molochnaya-promyshlennost/ochistka-rassolov-dlya-rosolki-syrov/> (дата обращения 4.07.2018).
9. Кувшинова О. А. Оборудование для баромембранного разделения и концентрирования жидких пищевых сред // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы XI международ. науч.-практ. конф., посвящ. памяти д.с/х.н. С. А. Лапшина. Саранск, 2016. С. 402–407.
10. Программа автоматизации исследований процессов мембранного разделения жидких сред «MEMBRANE» : свид. о госрегистрации программы для ЭВМ № 2011612744 / В. В. Кузнецов, В. Н. Водяков, О. А. Алюханова. Заявка № 2011611011 от 17.02.2011. Зарег. 6.04.2011.
11. Очистка питьевой воды от фторидов методом обратного осмоса / А. А. Шабарин, В. Н. Водяков, А. В. Котин, О. А. Кувшинова, Ю. И. Матюшкина // Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28. № 1. С. 36–47.
12. Мойка мембран / Alga : официальный сайт компании. URL: https://www.alga-market.ru/mojjka_membran/ (дата обращения 4.07.2018).



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

The USE OF MEMBRANE DEVICE LABUNIT M20 FOR THE BRINE PURIFICATION

The article presents a method of brine purification using microfiltration. The aim is to improve the efficiency of the cheese salting system and to enhance the sanitary and hygienic state of brine at low energy costs. As a result, the order of the stages of membrane filtration of the product and chemical membrane cleaning is prescribed.

Key words: polymer membranes, microfiltration, regeneration, cleaning, saline.

© АНО СНОЛД «Партнёр», 2018

© Кувшинова О. А., 2018

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



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.
- ✓ Редакция осуществляет рецензирование всех поступающих материалов, соответствующих тематике издания, с целью их экспертной оценки.



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

Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2018. № 4. ID 149

✓ 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) и не требует посещения офиса.