

УДК 66.061:62.868

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

© 2010 В.Я. Мищенко¹, Е.М. Кувардина²

¹ Юго-Западный государственный университет, г. Курск

² Курский государственный медицинский университет

Поступила в редакцию 17.11.2010

Рассматриваются вопросы интенсификации процесса получения пектиновых веществ с использованием вибрационного воздействия, приведена структурная схема комплекса по получению пектинового концентрата.

Ключевые слова: биотехнология, вибрация, концентрация, пектин, растительное сырье, фильтрация, экстракция

Центральная проблема биотехнологии – интенсификация биопроцессов, как за счет повышения потенциала биологических агентов и их систем, так и за счет усовершенствования оборудования, применения биокатализаторов (иммобилизованных ферментов и клеток) в промышленности, аналитической химии, медицине. В качестве источников сырья для биотехнологии все большее значение будут приобретать воспроизводимые ресурсы непищевых растительных материалов, отходов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности, которые служат дополнительным источником, как кормовых веществ, так и вторичного топлива (биогаза), органических удобрений. Одним из перспективных направлений является производство пектина и пектиносодержащих продуктов из растительного сырья. Наиболее ценным является пектин, получаемый из свекловичного жома, являющегося крупнотоннажным отходом свеклосахарного производства. В настоящее время становится актуальной задача интенсификации существующих технологических процессов. Интенсификация заключается в ускорении и более полном использовании взаимодействующих веществ. Одним из способов интенсификации является вибрационное воздействие, которое является эффективным методом интенсификации массообменных процессов в пищевой промышленности. Оно позволяет значительно ускорить процессы массообмена, снизить себестоимость и повысить качество получаемого продукта. В некоторых случаях использование вибрации позволяет создавать новые технологические процессы, которые без вибрации были бы нерентабельны.

Технологический процесс получения пектинового концентрата из свекловичного жома состоит из следующих основных стадий:

- измельчение свекловичного жома;
- гидролиз-экстракция пектиновых веществ;
- фильтрация пектинового экстракта до нужной концентрации.

В основу создания технологического комплекса по производству пектинового концентрата положен так называемый мехатронный подход [1]. При этом достигается конструктивная компактность, возможность объединения модулей в сложные мехатронные системы, возможность управления технологическим процессом. На рис. 1 показана структурная схема комплекса по получению пектинового концентрата из свекловичного жома. Комплекс состоит из следующих модулей: модуль измельчения – проведение измельчения свекловичного жома до нужного размера; модуль экстракции – проведение процесса гидролиза-экстракции и извлечение пектиновых веществ из раствора; модуль фильтрации – фильтрация пектинового экстракта и доведение его до нужной концентрации; система автоматического управления – отвечает за последовательность и длительность стадий технологического процесса и состоит из главного микроконтроллера и нескольких управляемых им микроконтроллеров, регулирующих определённые параметры различных стадий.

Основным процессом при получении пектиновых веществ из растительного сырья является экстракция, при которой происходит процесс извлечения целевых компонентов из раствора. Показано [2, 3], что применение вибрационного воздействия при этом позволяет ускорить процесс экстракции и увеличить выход целевого продукта. Более подробно остановимся на таком важном массообменном процессе как фильтрация, с помощью которой получается пектиновый экстракт нужной концентрации.

Мищенко Владимир Яковлевич, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и мехатроники. E-mail: mishenko47@mail.ru

Кувардина Елена Михайловна, кандидат технических наук, доцент кафедры биологической и химической технологии. E-mail: kuvardina-elena@yandex.ru

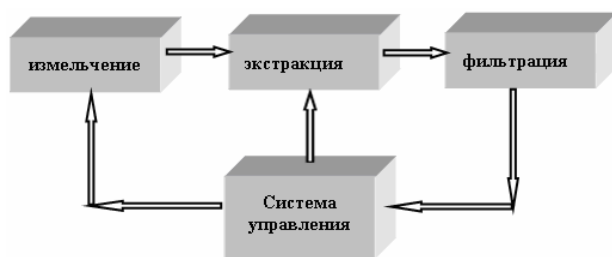


Рис. 1. Структурная схема комплекса по получению пектинового концентрата

Концентрирование пектинового экстракта также является одним из важнейших этапов технологического процесса, от которого во многом зависит потребительское качество продукта – жидкого пектинового концентрата. Одной из перспективных технологий получения пектинового концентрата нужной концентрации являются мембранные технологии, которые находят широкое применение в большинстве отраслей пищевой промышленности. Использование мембранных процессов позволяет решить следующие задачи:

- углубление переработки за счет их способности разделять сырье на основные компоненты в требуемом оптимальном соотношении;
- исправление некачественного сырья, полуфабрикатов и воды селективным удалением из них вредных примесей (например, радионуклидов, ядохимикатов и др. ксенобиотипов);
- вовлечение вторичного, обедненного и нетрадиционного сырья путем выделения и концентрирования только ценных компонентов;
- холодная «стерилизация» термолабильных биологически активных веществ (БАВ);
- сокращение энергозатрат (по сравнению с вакуум-выпариванием в 5-10 раз);
- уменьшение потерь сырья и продуктов питания (фруктов, ягод, овощей, зерна и др.) при хранении за счет создания в складах оптимальной газовой среды, использованием газоселективных мембран [4].

В основе всех существующих мембранных процессов лежит использование специальных полупроницаемых мембран, обладающих избирательной способностью к определенным веществам. Пектиновые концентраты, полученные методом мембранного концентрирования, обладают рядом достоинств. Во-первых, концентрирование происходит при температуре 45-50⁰С без фазового перехода среды, что значительно упрощает аппаратное оснащение процесса. Во-вторых, при мембранном концентрировании ультрафильтрацией одновременно происходит освобождение от значительной части низкомолекулярных веществ (минеральных элементов, солей, органических кислот, красящих соединений), ухудшающих товарный вид продукта и его физико-химические свойства. В-третьих, спиртоосаждаемого осадка в мембранных концентратах гораздо выше, и железирующие свойства такого

продукта лучше, чем при выпаривании под вакуумом. В-четвертых, это широкие возможности автоматизации процесса мембранной обработки [5].

С учетом поставленной задачи – выделения и очистки пектиновых веществ экстракта, а также особенностей концентрируемого раствора, содержащего как высокомолекулярный пектин, так и ряд органических и неорганических веществ, различающихся по молекулярной массе, высокой вязкости раствора, наличия в нем взвешенных веществ, а также стоимости и дефицитности мембранных материалов, изучалась возможность применения для концентрирования и диафильтрации пектинового экстракта различных марок ультрафильтрационных мембран плоского типа: УПМ-50, УПМ-100, УПМ-200 и микрофильтрационных: МФФК и «МУСА». Для ультрафильтрации используются в основном аппараты с плоскими или трубчатыми элементами. Экспериментальный мембранный модуль включал плоский элемент с полезной площадью мембраны 168 см². Из характеристик ультрафильтрационных мембран следует, что рабочее давление для них должно составлять 0,2-0,4 МПа: применение давлений ниже 0,2 МПа значительно снижает скорость фильтрации, а выше 0,4 МПа вызывает значительное ускорение процесса отложений загрязненной. Нами было выбрано наиболее оптимальное давление 0,3-0,4 МПа.

Обеспечение равномерного тангенциального потока с максимально возможной линейной скоростью исходило из минимального гидравлического сопротивления по разделяемому потоку и фильтрату и равнялось 1,0-1,5 м/с, т.е. при которой гидравлическое сопротивление аппарата и подводных трубопроводов не превышало 50-60% от номинального давления. Диапазон оптимальной температуры процесса концентрирования пектинового экстракта был определен в 55-60⁰С. Температуру процесса выше 60⁰С держать нельзя, так как при высокой температуре происходит дегградация пектиновых молекул.

Схема концентрирования пектинового экстракта и диафильтрации концентрата показана на рис. 2. Схема включает емкость-теплообменник 1, в которую заливали исходный пектиновый экстракт, насос 6, который создает давление и дозирует раствор в термостатирующую емкость 7, центробежный насос 9 поддерживает необходимое давление, манометры 2, 3 и расходомер 4. Емкость 7 совместно с насосом 9, расходомером 4 и мембранным модулем 5, представляет собой циркуляционный контур, по которому протекает концентрируемая жидкость с определенной линейной скоростью, температурой и давлением. Фильтрат собирается в сборник 12 и направляется для получения пектинового экстракта, а концентрат по мере концентрирования собирается в сборник 11 и поступает на очистку (диафильтрацию).

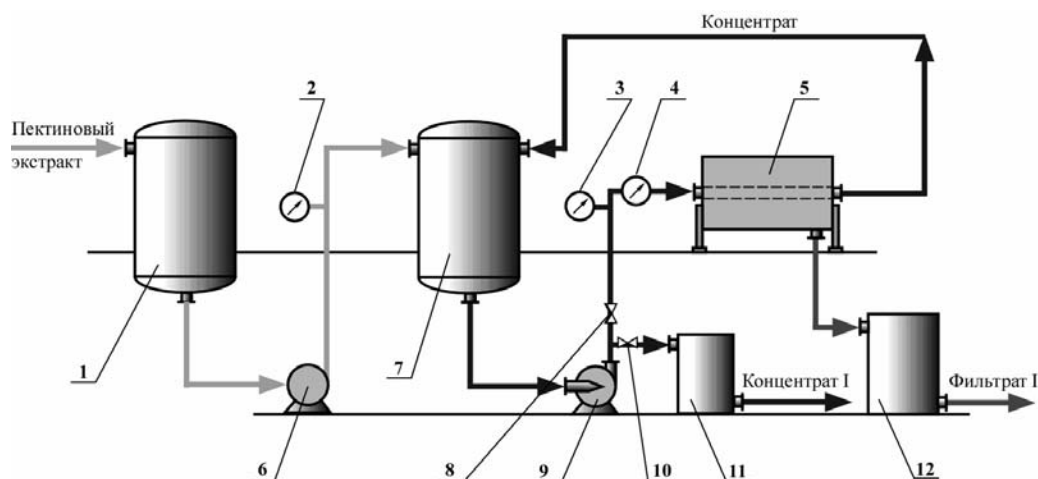


Рис. 2. Схема концентрирования пектинового экстракта:

1 – емкость-теплообменник; 2, 3 – манометр; 4 – расходомер; 5 – мембранный модуль; 6 – перистальтический насос; 7 – термостатирующая емкость; 8, 10 – вентиль; 9 – центробежный насос; 11 – емкость для сбора концентрата; 12 – емкость для сбора фильтрата

Вывод: проведенные экспериментальные исследования показали, что наиболее пригодными для концентрирования и диафильтрации пектинового экстракта оказались мембраны марок УПМ-50 и УПМ-100.

Работа выполнялась в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» и была поддержана Госконтрактом № П1576 от 10.09.2009 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мищенко, В.Я. Мехатронный подход к созданию вибрационных технологических машин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск «Актуальные проблемы машиностроения», 2009. С. 99-101.
2. Яцун, С.Ф. Извлечение пектина из растительного сырья с использованием вибрационного воздействия / С.Ф. Яцун, В.Я. Мищенко, М.Б. Коновалов, А.В. Сухочев // Известия вузов. Пищевая технология. 2006. № 1. С. 101-103.
3. Яцун, С.Ф. Влияние вибрационного воздействия на процесс экстракции в пищевой промышленности / С.Ф. Яцун, В.Я. Мищенко, Е.В. Мищенко // Известия вузов. Пищевая технология. 2009. № 4. С. 70-72.
4. Зайцев, Е.Д. Интенсификация гидромеханических и тепломассообменных процессов при вибрировании и их аппаратное оформление. Автореф. Дисс. докт. техн. наук. – М., 1997. 43 с.
5. Колесников, В.А. Способ производства и перспектива использования пектинсодержащего концентрата из свекловичного жома / В.А. Колесников, Ю.И. Молотилин, А.И. Артемьев и др. // Тез. докл. науч.-практ. конф. 8-9 сентября 2004. – Углич, 2004. С. 159-163.

INTENSIFICATION OF MASS EXCHANGE PROCESSES AT EXTRACTION OF PECTINACEOUS SUBSTANCES FROM VEGETATIVE RAW MATERIAL WITH APPLICATION OF VIBRATIONAL EFFECT

© 2010 V.Ya. Mishchenko¹, E.M. Kuvardina²

¹ Southwest State University, Kursk

² Kursk State Medical University

Questions of intensification the process of pectinaceous substances deriving with use of vibrational effect are considered, the block diagram of complex on deriving the pectinaceous concentrate is brought.

Key words: *biotechnology, vibration, density, pectin, vegetative raw material, filtration, extraction*