

ВЛИЯНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭКСТРАКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

А.С. Прокопцев

Непрерывное увеличение потребления населением планеты всех видов невозобновляемых продовольственных и энергетических ресурсов привело к созданию их прогрессирующего дефицита и экологическим проблемам, устранение которых тесным образом связано с разработкой и освоением нетрадиционных новейших и эффективных технологий производства продуктов питания.

Поиск ресурсосберегающих технологий является одной из актуальных задач стоящих перед современной перерабатывающей промышленностью. Внедрение в производство достижений современной физики, химии, радиоэлектроники и биологии позволяет существенно снизить энергетические затраты и соответственно уменьшить себестоимость выпускаемой продукции.

Среди новых электрофизических методов обработки сырья наиболее перспективным направлением развития технологий является использование СВЧ-энергии, позволяющей создать высокотехнологичные процессы и существенно интенсифицировать этапы производства, максимально сохранять исходные свойства перерабатываемого сырья и направленно формировать качественные показатели готовой продукции, обеспечивать ресурсосбережение и экономическую стабильность предприятий пищевых отраслей.

Одной из отраслей развитие которой сдерживается неэффективностью перерабатывающих мощностей, базирующихся на устаревших технологиях высокотемпературной обработки продуктов с большой долей растущих материальных затрат, повышающих себестоимость готовой продукции и увеличивающих антропогенную нагрузку на окружающую среду является пивоваренная промышленность.

Основной задачей при приготовлении пивного сусле является выделение из растительного сырья (солода) сахаросодержащих веществ, что является одной из сложных и трудоемких задач. Для этого используют традиционную технологию экстракции, которая основана на пассивном процессе массопереноса – диффузии.

Известно, что сам по себе процесс экстрагирования является вялотекущим, неэффективным, плохо реагирует на традиционные методы интенсификации[1]. Следствием этого является тот факт, что промышленные экстракторы, как правило, громоздки, потребляют большое количество энергии на единицу продукции, а сама экстракция до полного выделения необходимых веществ занимает большой промежуток времени.

Очевидно, что поиск новых методов и технических решений, направленных на усовершенствование процессов массопереноса в растительных структурах, возможен только на основе и по результатам анализа внутренних структур различных видов растительного сырья.

При всем относительном многообразии внешних форм существования растительного сырья растительная клетка остается неизменной основой структуры. Именно клетка вмещает в себе все биохимические компоненты, извлечение которых представляет собой основную задачу экстрагирования. Рассмотрим типовую структуру растительной клетки.

Все растительные клетки обладают анатомически подобными структурами, а их различия определяют принадлежность сырья к тому или иному виду.

Основное содержание клетки заключено в пределах замкнутой клеточной стенки, соприкасающейся с соседними клетками на всей поверхности с помощью микроканалов – плазмодесм.

К стенке клетки изнутри прижата плазматическая мембрана (плазмалемма), ограничивающая внутренний объем (цитоплазму).

Клеточная стенка вместе с плазматической мембраной (плазмалеммой) являются основным естественным механическим препятствием при попытке перемещения содержания клетки в среду экстрагента, образуя замкнутый полупроницаемый объем.

Сама по себе клеточная стенка содержит в своей структуре достаточно проходимые каналы (плазмодесмы), которые сообщаются с межклеточным пространством. Высокие прочностные свойства стенки определяются упорядоченностью молекулярных цепочек полимеров целлюлозы. Можно представить себе клетку как замкнутый объем, а систему клеток как структуру, которая объединяет множество замкнутых объемов.

Основное сопротивление массопереносу из объема клетки за ее пределы (а, следовательно, и всему процессу экстракции) составляют плазматические мембраны (плазмалеммы), обладающие собственной устойчивой высокоупорядоченной структурой и функционально регулирующие массовый и энергообмен клетки с окружающей средой.

В состав биологической мембраны входят два слоя липидов – внешний и внутренний (обращенный к содержанию клетки). Внешний слой липидов находится в сложном контакте с клеточной стенкой.

Липиды, входящие в состав мембраны, представляют собою глицерофосфаты или фосфолипиды, кроме них в липидные слои входят сфинго- и гликолипиды, а также стероиды. Мембранные липиды имеют малую полярную (заряженную) головку и длинные (не заряженные) углеводородные цепи («хвосты»). Все головки направлены наружу и образуют внешние слои мембран, «хвосты» пронизывают тело мембраны.

Мембранные белки «погружены» в липидные слои, по размерам они равны или превосходят толщину мембраны. Белки от основного тела мембраны отделяет гидратная оболочка.

Такие же гидратные оболочки присутствуют в самих липидных слоях и углеводородных «хвостах», сами по себе мембранообразующие липиды представляют собою соединения участков с гидрофобными и гидрофильными свойствами [2].

Такая структура создает дополнительное сопротивление для переноса и извлечения внутриклеточного вещества. Это сказывается на длительности процесса экстрагирования и полноте извлечения веществ.

В целом любые варианты интенсификации массопереноса содержимого клеточного сырья в экстрагент связаны с решением задачи об уменьшении сопротивления мембран, плазмодесм, клеточных стенок, что может происходить путем их разрушения либо за счет изменения внутренней структуры стенок.

Для интенсификации процесса экстрагирования традиционные технологии имеют три подхода [3]:

- максимизация поверхности контакта сырья с экстрагентом за счет механического измельчения сырья;
- упорядочение концентрации ингредиентов за счет эффективного перемешивания;
- ускорение процессов диффузии за счет повышения температуры процесса экстрагирования.

Оптимальность двух первых подходов очевидна, они легко практически реализуемы, а третий – вызывает осложнения, поскольку температура (обычно достигающая 80–100 °С) ведет, с одной стороны, к интенсификации процесса диффузии, а с другой – оказывает длительное тепловое воздействие, которое ведет к потере питательной ценности, вследствие деструкции термолабильных составляющих.

Из всех известных видов энергетического воздействия на сырье в ходе его технологической обработки, микроволновый подвод энергии обладает уникальными способностями, которые создают предпосылки для получения новых технологических эффектов.

Первая особенность – селективный (избирательный) характер поглощения микроволновой энергии, основанный на известном факте, что вода поглощает электромагнитную энергию в микроволновом диапазоне частот намного интенсивней, чем прочие диэлектрики, образующие структуру сырья растительного или животного происхождения. В результате различные вариации количества воды (влажность), ее состояние (вода свободная, физически и химически связанная и пр.) и распределение по объёму создают основу для формирования различных комбинаций полей температуры, давления, концентрации внутри обрабатываемого продукта. При этом температура и давление влаги внутри исходного материала при СВЧ-воздействии будут нарастать быстрее, чем при традиционных способах нагрева, что приведет к интенсификации процессов термо- и бародиффузии [4].

Вторая особенность заключается в том, что при равномерном распределении влаги в продукте проявляется объемный характер поглощения энергии [4].

Третья особенность заключается в возможности добиться деструкции мембран клеток без значительного увеличения температуры обрабатываемого продукта, по сравнению с традиционными способами термообработки, а, следовательно, максимально сохранить физиологические активные, питательные и витаминные группы нативного продукта [4].

Таким образом, можно предположить, что материально-энергетические затраты и эксплуатационные расходы на получение экстрактов с помощью СВЧ-обработки значительно ниже аналогичных показателей для традиционных технологий, продолжительность технологического процесса сокращается в несколько раз, что играет большую роль для развития пивоваренной индустрии и ведет к существенной экономии энергетических и сырьевых ресурсов.

В целом исследования свидетельствуют о том, что новые технологии получения экстрактов из растительного сырья с использованием микроволновой энергии имеют прекрасную перспективу и должны составить отдельный фрагмент общей программы разработки и создания микроволновых технологий.

Библиографический список

1. Касьянов, Г.И. До- и сверхкритическая экстракция: достоинства и недостатки / Г.И. Касьянов // Пищевая промышленность. –2005. – № 1. – С. 36–39.
2. Гребенюк, С.М. СВЧ-экстракция полезных веществ из растительного сырья / С.М. Гребенюк, Ю.К. Губиев // Пищевая технология. –1987. –№ 4.
3. Шаззо, Р.И. Функциональные продукты питания. / Р.И. Шаззо, Г.И. Касьянов. – М.: Колос, 2000. – 370 с.
4. Рогов, И.А. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов / И.А. Рогов, С.В. Некрутман. – М.: Агропромиздат, 1986. – 351 с.
5. Бадмацыренов, Б.В. Разработка оборудования и процесса экстракции кедрового масла в электромагнитном поле СВЧ: автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Улан-Удэ, 2004. – 23 с.