

*Г. В. Рыбин**

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ ВАКУУМ-ИМПУЛЬСНЫМ СПОСОБОМ

В данный момент в нашей стране активно реализуется государственная политика в области здорового питания населения Российской Федерации. В связи с этим увеличивается спрос на фрукты и овощи, а также продукты их переработки, поскольку в них содержится большое количество биологически активных веществ (БАВ) и функциональных компонентов.

Одним из наиболее динамично развивающихся направлений переработки растительной продукции является экстрагирование, т.е. процесс, в котором вещество извлекается при помощи растворителя (экстрагента), который практически не смешивается с исходной смесью. Наиболее распространенные экстрагенты – это дистиллированная вода и спирты. Разные растворители позволяют извлекать разные биологически активные вещества, следовательно, существует необходимость в их грамотном подборе исходя из тех веществ, которые необходимо получить.

Экстрагирование имеет широкую область применения, так как экстракты применяются во многих отраслях пищевой, парфюмерной, фармацевтической промышленности в первую очередь как средство обогащения конечного продукта полезными веществами, а также для замены синтетических компонентов растительными аналогами, которые легко усваиваются человеком.

Также на основе экстрактов растительного сырья можно производить биологически активные добавки (БАД). На данный момент рынок таких добавок занят в основном иностранными компаниями, в связи с чем цена на БАД довольно высокая. Если производить их из растительного сырья, произрастающего в нашем регионе, можно получить такие добавки по цене, которая будет серьезно меньше зарубежных аналогов, а также производить уникальные добавки, которые пока не представлены на рынке.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. кафедры «МийГ» ФГБОУ ВО «ТГТУ» Ю. В. Родионова.

Наиболее выгодным является экстрагирование с применением вакуум-импульсным экстрагирования [1], в котором растительный материал, находящийся в загрузочной камере, сначала подвергают импульсному воздействию, путем периодической подачи вакуума, благодаря чему раскрываются поры и происходит равномерное распределение материала по загрузочной камере. Затем заливают подогретым экстрагентом и в течение 30 – 40 минут производят экстрагирование под вакуумом.

При данной технологии переработка растительного сырья осуществляется при низких температурных режимах (30 – 60 °С), благодаря чему удастся исключить разложение термонеустойчивых компонентов. Применение вакуума позволяет ускорить процесс получения экстрактов в несколько раз (в эксперименте установлено, что для вакуумного экстрагирования достаточно 30 мин для извлечения большинства полезных веществ из сырья), в частности наиболее труднодоступных, поскольку под вакуумом происходит низкотемпературное кипение экстрагента. В результате происходит вскипание растворителя в порах материала, а образующийся пар выталкивает насыщенный целевым компонентом экстрагент.

Для проведения экспериментальных исследований на базе кафедры «МИГ» ФГБОУ ВО «ТГТУ» создан прототип промышленного горизонтального смесительного-отстойного экстрактора. Данный тип установки был выбран, поскольку он, при сравнительно небольших размерах, может перерабатывать большие объемы жидкости. Установка состоит из следующих конструктивных элементов: электродвигатель, жидкостнокольцевой вакуумный насос, дистиллятор, выпариватель, емкость для сбора экстрагента, емкость для экстрагирующего вещества и автоматика. Отличительные преимущества разработанной установки: простота конструкции и надежность, экологическая безвредность, вследствие отсутствия масла внутри рабочего пространства, возможность откачки практически всех газов и паров, низкий уровень вибрации, высокая стойкость к кавитации и абразивным средам.

Для удобства работы была усовершенствована конструкция загрузочного устройства. Оно состоит из корпуса, в середине которого закреплена стойка с резьбой. На этой стойке при помощи гаек крепятся два перфорированных диска, между которыми и размещается экстрагируемый материал. Сверху устройство закрывается крышкой с уплотнениями для поддержания вакуума.

Для создания вакуума в установке используется двухступенчатый жидкостнокольцевой вакуумный насос (ЖВН) с последовательным включением ступеней. Такой насос обладает рядом неоспоримых пре-

имуществ, таких как: возможность откачивать газы, содержащие пары, капельную жидкость и инородные включения, отсутствие загрязнения откачиваемого газа парами масла, простота, надежность и низкий уровень шума. Поэтому он является наиболее подходящим для применения в экстракционной установке.

Поскольку при нагреве рабочей жидкости в ЖВН будет падать его производительность предлагается использовать систему рециркуляции рабочей жидкости с ее охлаждением. Такая система будет состоять из теплового аккумулятора [2], который будет повышать энергоэффективность установки посредством отбора тепла у рабочей жидкости, чиллера, который будет обеспечивать высокою производительность ЖВН и остаточное охлаждение жидкости и насоса для обеспечения рециркуляции рабочей жидкости.

При проведении экспериментов установлено, что основными параметрами, влияющими на процесс экстрагирования, являются: качество выбранного растительного сырья, клеточное строение материала, остаточная влажность (при использовании высушенного сырья), температурный режим, величина вакуума, вид используемого экстрагента, гидромодуль (соотношение: сырье – экстрагент), продолжительность процесса.

Для наиболее качественного высушивания материала предлагается использовать двухступенчатую конвективную вакуум-импульсную сушилку (ДКВИС) [3]. В ней сушка происходит на щадящих режимах, что способствует сохранению максимального количества биологически активных веществ. Также благодаря наличию двух ступеней происходит равномерное удаление жидкости из-за того, что происходит смена режимов, на которых удаляется поверхностная и внутренняя влага.

Также большое влияние на процесс экстрагирования окажет качество и способ измельчения растительного материала, поскольку если его фрагменты после измельчения будут либо слишком крупными, либо слишком мелкими растворитель не сможет в полной мере взаимодействовать со всем растительным материалом, вследствие чего извлечение биологически активных веществ будет неполным.

Рассмотрим на примере яблочного экстракта оценку экономического эффекта установки. Допустим, наша установка стоит 500 000 руб. 1 кг сырья (сушеные яблоки) стоит примерно 400 руб. Литр дистиллированной воды – 15 руб. Затраты на электроэнергию по Тамбовской области составляют 3,96 руб. за кВт. Предположим, что наша установка в день делает 240 литров экстракта.

1 литр яблочного экстракта по рыночной цене стоит 600 руб. Мы, в свою очередь, можем делать такой же экстракт в 3 раза дешевле, т.е. за день мы будем получать прибыль в размере 24 000 руб. В таком случае установка окупится за 21 день.

Таким образом, получение экстрактов с применением вакуумно-импульсных технологий имеет ряд неоспоримых преимуществ:

- максимальное сохранение биологически активных веществ и витаминов за счет обработки сырья при низкой температуре;
- максимальное извлечение целевых компонентов из сырья при минимальных затратах времени;
- значительное сокращение энергозатрат до 15%;
- удобство хранения и транспортировки готовой продукции;
- увеличение срока хранения продукции;
- высокая рентабельность производства.

Список литературы

1. Универсальная экстрактно-выпарная установка растительного сырья / А. А. Гуськов, Ю. В. Родионов, В. П. Капустин, Д. В. Никитин, С. А. Анохин, В. В. Коновалов // Наука в центральной России. – 2017. – № 2(26). – С. 32 – 41.

2. Применение тепловых аккумуляторов для создания энергоэффективных систем переработки АПК / А. В. Щегольков, А. И. Дьяконов, Ю. В. Родионов, А. С. Зорин // Импортозамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья : материалы I Всероссийской конференции с международным участием. – 2019. – С. 103 – 110.

3. Технологическая линия по производству экстрактов из растительного сырья / А. А. Гуськов, Ю. В. Родионов, С. А. Анохин, И. А. Елизаров, В. Н. Назаров, Д. В. Никитин // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 2. – С. 82 – 85.

Кафедра «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «ТГТУ»