

*Г. В. Рыбин\*, Н. В. Воронин, Д. С. Самохвалов*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВАКУУМНОГО ЭКСТРАГИРОВАНИЯ**

Производство экстрактов в России из местного растительного сырья и дальнейшее создание с их использованием новых пищевых продуктов для профилактического и функционального питания, а также лекарственных настоев и препаратов, представляет собой актуальную задачу, имеющую важное народнохозяйственное значение. В настоящее время интенсивно развиваются новые передовые методы экстрагирования биологически активных соединений из растительного сырья, характеризующиеся высокой скоростью процесса и полнотой извлечения веществ [1].

---

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

Экстракция может быть разовой (однократной или многократной) или непрерывной. Экстракция применяется во многих отраслях пищевой, парфюмерной, фармацевтической и других промышленности за счет выделения важных биологических активных веществ. На основе водных и водно-спиртовых экстрактов производятся такие необходимые продукты, как крема, духи, настои, сиропы, отвары и др.

Экстрагирование растительной продукции с помощью вакуумно-импульсных технологий – это уникальная технология, которая дает возможность получать извлечения из различных растительных материалов, которые будут полностью сохранять весь комплекс биологически активных веществ (БАВ) и витаминов. Области применения экстрактов различны: пищевая промышленность, фармацевтика, косметическая и прочие сферы жизнедеятельности человека.

Одной из наиболее важных задач во время обработки лекарственных материалов является полное сбережение цельного комплекса биологических компонентов, входящих в состав.

Натуральные растительные вещества считаются одной из лучших альтернатив современных синтетическим компонентам, так как они практически не обладают побочными проявлениями, а также очень легко и доступно принимают участие в обменных процессах в теле человека.

Экстрагирование под вакуумом дает возможность осуществлять переработку растительного сырья при низких температурных режимах – от 30 до 60°C. Благодаря этому удастся полностью исключить возможность разложения термонеустойчивых компонентов, и в несколько раз ускорить процедуру получения экстрактов, в частности, наиболее труднодоступных.

Технология вакуумно-импульсного экстрагирования апробируется на разработанных авторами различных конструкциях универсальной вакуумной экстракционно-выпарной установки [2], на которой для создания вакуума применяется модифицированный двухступенчатый жидкостнокольцевой вакуумный насос. Данная технология подразумевает предварительную дегазацию растительного сырья под вакуумом (импульсное воздействие), пропитку экстрагентом под атмосферным давлением (настаивание) с постоянным или периодическим подогревом (или без настаивания), выделение целевых компонентов под вакуумом. В результате импульсного вакуумирования происходит вскипание растворителя в порах материала, а образующийся пар выталкивает насыщенный целевым компонентом экстрагент. При необходимости проводится повторная заливка экстрагента, и процесс повторяется.

При проведении экспериментов [3] установлено, что основными параметрами, влияющими на процесс экстрагирования, являются: качество выбранного растительного сырья, клеточное строение материала, качество и способ измельчения, остаточная влажность (при использовании высушенного сырья), температурный режим, величина вакуума, вид используемого экстрагента, гидромодуль (соотношение сырья: экстрагент), продолжительность процесса. Интенсификация процесса экстрагирования с использованием вакуумно-импульсных технологий по сравнению с другими методами, в том числе обработка сырья под вакуумом без использования предварительных импульсов, протекает на 10...15% быстрее.

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.

Для усовершенствования процессов экстрагирования был разработан горизонтальный смесительно-отстойный экстрактор. Такие аппараты широко используются на урановых заводах, так как в отличие от колонных экстракторов, они позволяют при сравнительно небольшой высоте перерабатывать значительные объемы жидкостей на каждый аппарат.

За счет автоматизации процесса экстрагирования происходит непрерывно. При экстракции применяется вакуум-импульсная технология, которая позволила сократить время в 10 раз, понизить энергозатраты и температуру кипения, а также повысить производительность и качество экстрагента.

Данная установка состоит из конструкционных материалов, таких, как: электродвигатель, жидкостнокольцевой вакуумный насос, дистиллятор, выпариватель, емкость для сбора экстрагента, емкость для экстрагирующего вещества и автоматика.

Отличительные преимущества разработанных образцов: 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.

Экспериментальные исследования были проведены следующим образом: 30 г яблок сорта «Жигулевское», предварительно высушенные до 13% ( $\pm 1\%$ ) и порезанные ломтиками начальной толщиной, равной 3...4 мм, были экстрагированы в дистиллированной воде (ГОСТ 6709–72) с гидромодулем 1:50 при температуре 55 °С и вакууме.

В эксперименте установлено, что для вакуумного экстрагирования достаточно 30 мин для извлечения большинства полезных веществ из сырья.

Рассмотрим на примере яблок 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. Следовательно, за день мы будем получать прибыль в размере 24 000 руб. В таком случае установка окупится за 21 день.

Нам поступило предложение об экстракции 500 кг сухой стевии (сахарозаменитель, который применяют для лечения ожирения и гипертонии). Промышленная установка за один цикл (час) может изготовить 30 л экстракта. По расчетам, за 53 дня израсходуется все сырье. С 1 литра прибыль будет равна 50 руб. В таком случае доход будет составлять 625 000 руб., а чистая прибыль с учетом расходов – 466 000 руб.

Так же стоит отметить, что при помощи нашей установки можно производить биологически активные добавки (БАД). Рынок БАД занимает приблизительно 10% всего фармакологического рынка и в данный момент очень динамично развивается. Но в нашей стране основную долю рынка БАД занимают иностранные компании, а доля отечественных производителей очень мала. В связи с чем биологически активные добавки имеют высокую стоимость.

Благодаря низкой себестоимости производства и сырья растительных материалов мы можем производить биологически активные добавки стоимостью значительно ниже зарубежных аналогов и при получать хорошую прибыль.

### Список литературы

1. Рудобашта, С. П. Водное экстрагирование сырья под воздействием импульсного электрического поля высокой напряженности /

С. П. Рудобашта, В. Т. Казуб, А. Г. Кошкарлова // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина». – 2016. – № 4(74). – С. 16.

2. Универсальная экстрактно-выпарная установка растительного сырья / А. А. Гуськов, Ю. В. Родионов, В. П. Капустини др. // Наука в центральной России. – 2017. – № 2(26). – С. 32 – 41.

3. Технологическая линия по производству экстрактов из растительного сырья / А. А. Гуськов, Ю. В. Родионов, С. А. Анохин и др. // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 2. – С. 82 – 85.

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