

# ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ

---

УДК 62.9:536.242:664.87

*Г. В. Рыбин\**

## ВАКУУМНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

По данным ФГБУ НИИ питания РАМН, в настоящий момент население испытывает нехватку витамина С, калия, йода, железа и фолиевой кислоты, что способствует развитию целого ряда заболеваний. Одним из решений этой проблемы является разработка новых полезных и вкусных продуктов питания, содержащих большое количество биологически активных веществ (БАВ), а также обогащение уже известных и популярных продуктов недостающими витаминами и микроэлементами.

Наиболее доступный способ получения данных БАВ – это переработка растительного сырья. Функциональные компоненты растительного происхождения легко усваиваются человеком и могут заменять синтетические компоненты в составе продуктов питания. Для максимального сохранения имеющихся в составе полезных веществ необходима щадящая технология переработки, при этом сохраняющая высокую эффективность для получения конкурентного преимущества.

Так же следует отметить, что задача разработки и усовершенствования новых технологий переработки является весьма актуальной в связи увеличением количества производимого растительного сырья, критической импортозависимостью с точки зрения используемых технологий и оборудования, а также в свете ряда региональных и государственных инициатив.

Экстрагирование – является одним из наиболее перспективных направлений переработки растительной продукции. Оно нашло широкое применение в пищевой, косметической и фармацевтической отраслях промышленности. Данный процесс позволяет с помощью различных жидкостей посредством растворения, диффузии и массопереноса выделять из матрицы твердой пористой структуры содержащиеся там вещества.

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «ПГТУ» Ю. В. Родионова.

Одной из наиболее интересных сфер применения экстрагирования является переработка побочной продукции, которая обычно утилизируется.

Так, например, из внешних сухих оболочек лука можно получать натуральный пищевой краситель, чеснока – вкусоароматическую добавку. При этом в оболочке растительных продуктов могут содержаться вещества, которых нет внутри плодов [1].

Применение вакуума позволяет проводить экстрагирование и при необходимости последующее выпаривание с высокой эффективностью и с минимальными потерями БАВ, поскольку под вакуумом происходит низкотемпературное кипение экстрагента (растворителя). Это позволяет избежать разложения термонеустойчивых компонентов, а также ускорить время протекания процесса в сравнении с классическими технологиями. Так же под вакуумом подавляется жизнедеятельность микроорганизмов, приводящих к порче продукта, что способствует консервированию без применения дополнительных химических средств.

Вакуумное экстрагирование представляет собой процесс, в котором предварительно подготовленный растительный материал помещают в рабочую камеру, заливают нагретым до определенной температуры экстрагентом, организуют вакуум и подают нагрев. Растворитель подбирают исходя из физических свойств содержащихся в сырье элементов. Наиболее распространенными экстрагентами являются дистиллированная вода и этанол. Соотношение массы материала к массе жидкости определяется показателем, который называют гидромодулем ( $\Gamma$ ). Экстрагирование прекращается, когда концентрация компонентов в объеме экстрагента становится равной концентрации в порах материала. Соответственно, чем выше разность концентраций, тем быстрее будет протекать процесс. Поэтому важной частью исследований данного процесса является поиск оптимального соотношения сырье:жидкость, при котором выход веществ будет максимально быстрым и полным, и при этом концентрация веществ в объеме растворителя будет наиболее высокой.

Важнейшим этапом технологии экстрагирования является подготовка растительного сырья, которая состоит из таких этапов, как мойка, очистка, нарезка, сушка, измельчение. Наибольшее влияние окажут последние два этапа.

Поскольку важной задачей является сохранение термонеустойчивых компонентов, необходимо проводить щадящую сушку материала. Из распространенных технологий наиболее подходящей для этого является двухступенчатая конвективно-вакуум-импульсная сушка. Она

состоит из двух ступеней – обычной конвективной, на которой удаляется поверхностная влага и вакуум-импульсной, на которой удаляется внутренняя влага. Благодаря второй ступени процесс можно проводить быстро и на щадящих режимах. Сушка является необходимым этапом, поскольку позволяет повысить концентрацию растворимых веществ в сырье и значительно увеличить скорость экстрагирования.

Измельчение материала необходимо, чтобы обеспечить максимальную площадь соприкосновения растворителя и сырья. При недостаточной степени измельчения выход БАВ затрудняется, а время протекания процесса увеличивается, поскольку растворителю тяжело пропитать всю частицу. При излишне мелкой степени помола выход может быть затруднен вследствие слипания материала в ком, а также значительно увеличиваются энергозатраты. В связи с этим необходимы исследования по определению наиболее подходящей степени измельчения.

Также требуют исследования такие методы интенсификации процесса, как импульсное воздействие на материал и расположение и плотность материала в объеме жидкости. Импульсное воздействие как на сухой материал до процесса, так и на влажный материал вовремя может способствовать равномерному распределению материала по загрузочной камере, а также раскрытию пор, что ускорит процесс [2]. Однако импульсное воздействие требует насоса большей мощности, что увеличивает затраты. С точки зрения расположения материала в объеме жидкости очевидным является тот факт, что при свободном плавании материала в объеме экстрагента процесс будет протекать быстрее. Но это требует разработки специализированного загрузочного устройства для удобного удаления отработанного материала из загрузочной камеры.

Следует отметить, что все приведенные выше характеристики растительного материала различны для разного сырья. В связи с этим для разработки технологии переработки с помощью вакуумного экстрагирования в первую очередь необходимы масштабные исследования характеристик растительного материала.

Потенциальными потребителями данной технологии являются предприятия, занимающиеся выращиванием растительного сырья и дальнейшей его переработкой, непосредственно предприятия-переработчики растительного сырья, а также средние и крупные организации, занимающиеся производством пищевых продуктов, парфюмерных и косметических изделий или биодобавок и лекарственных препаратов.

Рассмотрим на примере яблочного экстракта оценку экономического эффекта внедрения существующего проекта экстракционной установки [3]. Допустим, имеется предприятие, закупающее яблочный

экстракт по рыночной цене – 600 руб. По примерным подсчетам 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 л экстракта.

Таким образом мы в свою очередь можем делать такой же экстракт в 3 раза дешевле, по сравнению с рыночной ценой. То есть за день мы будем получать прибыль в размере 24 000 руб. В таком случае установка окупится за 21 день.

На основании этого можем выделить ряд неоспоримых преимуществ использования вакуумной технологии экстрагирования растительного сырья:

- 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. Гуськов, А. А. Перспективные технологии переработки побочной продукции растениеводства / А. А. Гуськов, Г. В. Рыбин // Пищевые системы. – 2021. – Т. 4, № 3S. – С. 71 – 74.

2. Гуськов, А. А. Получение экстрактов из растительного сырья с помощью вакуумно-импульсных технологий / А. А. Гуськов, С. А. Анохин, Ю. В. Родионов // Импортозамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья : материалы I Всероссийской конференции с международным участием, Тамбов, 24–25 мая 2019 года. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2019. – С. 439 – 443.

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

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