

УДК 331.57; 378.12; 37.08

**ПРИМЕНЕНИЕ ВАКУУМ-ИМПУЛЬСНОЙ ЭКСТРАКЦИОННОЙ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ЯБЛОК
СОРТА «МОЛДАВСКИЕ»**

Григорий Вячеславович Рыбин¹

студент

enot1237@gmail.com

Андрей Сергеевич Иванов¹

студент

ivanser411@gmail.com

Дмитрий Александрович Матвеев²

аспирант

five-elements90@mail.ru

Сергей Иванович Данилин²

кандидат сельскохозяйственных наук, профессор

danilin.7022009@mail.ru

¹Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, Россия

²Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Представлена технология проведения вакуум-импульсного экстрагирования растительного материала. Проведено сравнение этой технологии с классическим способом. В результате эксперимента выявлены преимущества применения предложенной технологии.

Ключевые слова: экстрагирование, биологически активные вещества, водный экстракт, переработка яблок.

Введение. В настоящее время правительством нашей страны активно реализуется программа оздоровления населения. В связи с этим актуальной является проблема совершенствования технологии и аппаратов переработки растительных материалов для производства полезных и функциональных продуктов питания [9, 10]. Сейчас большое количество производителей продукции сельского хозяйства сталкиваются с проблемой потери на различных стадиях переработки большого количества биологически активных веществ (БАВ). Таким образом, перспективным направлением усовершенствования технологии и аппаратов является сохранение максимального количества БАВ без потерь в энергоэффективности процесса.

Одной из наиболее востребованных сфер переработки продукции растительного сырья для пищевой, парфюмерной, фармацевтической и других отраслей промышленности являются процессы экстрагирования. Такой вид переработки позволяет выделять из растительного материала большое количество биологически активных веществ, посредством грамотного подбора температуры при которой происходит процесс и растворителя (экстрагента). Также удобство процесса экстрагирования состоит в том, что вещества можно получать в наиболее удобной для последующего использования форме (водный раствор, эмульсия, порошок и другие). Поэтому производство многих экстрактов целесообразно проводить на предприятиях АПК, в том числе в КФХ, так как это снижает себестоимость конечного продукта, а также создаст дополнительные рабочие места [4-8].

Популярным растительным сырьём на территории Тамбовской области являются яблоки. Благодаря применению интенсивных технологий возделывания садов, их урожайность значительно возрастает и повышается качество плодов яблони [1-3]. Яблоки обладают большим количеством клетчатки, микроэлементов, органических кислот и витаминов, которые полезны для организма человека. Они широко используются в пищевой промышленности. Кроме применения в свежем виде, яблочные экстракты можно использовать для изготовления хлебобулочных изделий. Также,

например, яблочный пектин можно использовать в качестве желирующего вещества.

Объекты и методы их исследования. Качество экстрагирования будет напрямую зависеть от двух подготовительных этапов: сушки и измельчения растительного материала. Сушка необходима для удаления лишней влаги и получения более компактного материала для удобства последующей работы с ним. При не правильном проведении процесса сушки возможен перегрев материала и потеря биологически активных веществ, поэтому очень важно этого не допускать. Для качественного и полного удаления влаги из растительного материала нами была использована двухступенчатая вакуум-импульсная сушка (ДКВИС), которая позволяет удалять влагу с учётом особенностей строения и состава растительных продуктов. Проведение двухэтапной сушки позволило быстро удалить поверхностную влагу, а затем при помощи вакуумных технологий досушить материал щадящим способом, в следствие чего была сохранена значительная часть витаминов и микроэлементов.

Измельчение необходимо, чтобы обеспечить экстрагенту полный доступ ко всей поверхности материала. Длительность экстрагирования напрямую зависит от размеров и плотности частиц сырья. Поэтому для повышения эффективности процесса важно найти правильный размер, чтобы частицы материала были достаточно мелкими для максимальной площади контакта экстрагента с материалом и максимальной площади поверхности раздела фаз и при этом достаточно крупными, чтобы плотность состава не ухудшала контакт частиц с окружающей жидкостью.

Экстрагирование можно производить настаиванием растительного материала в экстрагенте комнатной. Такой способ обеспечивает сохранение максимального количества растительных веществ. Однако экономически не эффективен, поскольку очень продолжителен.

Наибольшей экономической и энерго-эффективностью обладает двухступенчатая вакуум-импульсная экстракционная установка. В неё

засыпают растительный материал, после чего воздействуют на него несколько раз вакуумными импульсами, что способствует равномерному распределению частиц по загрузочной камере и раскрытию пор материала. После чего заливают подогретым экстрагентом и производят экстрагирование под вакуумом, из-за чего происходит низкотемпературное кипение жидкости, что позволяет интенсифицировать процесс и при этом сохранить максимальное число биологически активных веществ.

Для экспериментальных исследований использовались яблоки сорта «Молдавские», предварительно высушенные до 13% ($\pm 1\%$) и порезанные ломтиками начальной толщиной, равной 3-4 мм, экстрагировались дистиллированной водой по ГОСТу 6709-72 с гидромодулем 1:25 при температуре 60 °С и в вакууме. Для сравнения с точки зрения эффективности помимо вакуум-импульсного было проведено экстрагирование без вакуума с постоянным помешиванием при тех же температуре экстрагента и гидромодуле.

Результаты и обсуждение.

В результате эксперимента были получены и следующие данные и получена зависимость концентрации сухих растворимых веществ в растворе от времени эксперимента (рисунок 1).

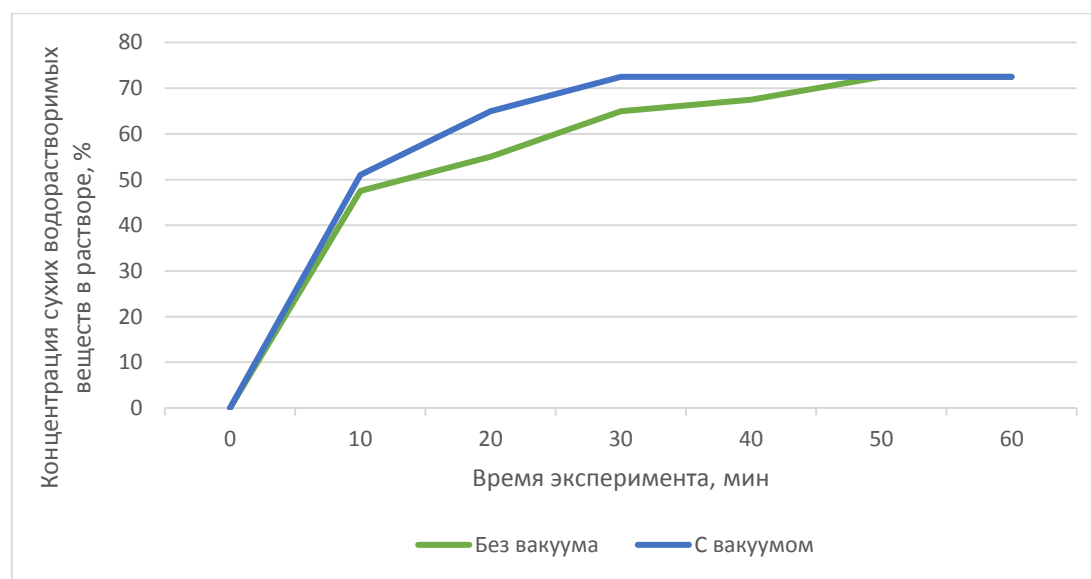


Рисунок 1 – График зависимости содержания сухих растворимых веществ в растворе от времени экстрагирования

На основании экспериментальных данных можно сделать вывод о том, что вакуум-импульсная технология позволяет получить большинство полезных веществ из растительного материала за 30 минут, в отличие от безвакуумного экстрагирования с помешиванием. Поэтому, помимо конструктивных преимуществ данной установки, таких как 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, можно говорить о том, что при помощи этой установки можно получать качественные экстракты с высокой экономической и энерго- эффективностью.

На примере данного эксперимента можно оценить экономическую эффективность данной установки. Если принять, что стоимость установки – 500 тыс. рублей, литр дистиллированной воды - 15 руб, 1 кг сырья примерно 400 рублей. Затраты на электроэнергию по Тамбовской области составляют 3,96 руб. за кВт. На данной установке возможно производить 240 литров экстракта.

1 литр яблочного экстракта по рыночной цене стоит 600 руб, а стоимость такого экстракта, произведённого с применением вакуум-импульсной технологии в 3 раза дешевле. То есть за день прибыль будет составлять 24 000 руб. В таком случае установка окупится за 21 день.

Заключение. Применение вакуум-импульсной технологии экстрагирования растительных материалов позволяет сократить в 2 раза время экстрагирования, повысить энерго- и экономическую эффективность процесса без потерь в качестве конечного продукта и содержании в нём биологически активных веществ.

Список литературы:

1. Григорьева Л. В., Балашов А. А. Урожай и архитектура корневой системы деревьев яблони в саду разной плотности посадки // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. № 2(35). С. 76-78.

2. Григорьева Л. В., Балашов А. А., Ершова О. А. Урожай и рост привойно-подвойных комбинаций яблони в интенсивном саду // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 59-61.

3. Григорьева Л. В., Ершова О. А. Урожайность и ростовая активность сортов яблони на клоновых подвоях в интенсивном саду // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 31. № 1. С. 96-104.

4. Гуськов А.А. Совершенствование технологии и технических средств экстрагирования растворимых веществ из растительного сырья. Мичуринск-научоград РФ, 2019. С. 4-10.

5. Гуськов А.А., Анохин С.А., Родионов Ю.В. Получение экстрактов из растительного сырья с помощью вакуумно-импульсных технологий // В сборнике: Импортзамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья: материалы I Всероссийской конференции с международным участием. 2019. С. 439-443.

6. Рудобашта С.П., Казуб В.Т., Кошкарлова А.Г. Водное экстрагирование сырья под воздействием импульсного электрического поля высокой напряженности // Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2016. № 4 (74). С. 16.

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

8. 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.

9. Biochemical assessment of berry crops as a source of production of functional food products / I.B. Kirina, F.G. Belosokhov, L.V. Titova, I.A. Suraykina, V.F. Pulpitow // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and

Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. C. 82068.

10. Quality of jelly marmalade from fruit and vegetable semi-finished products / O.V. Perfilova, V.A. Babushkin, G.O. Magomedov, M.G. Magomedov // International Journal of Pharmaceutical Research. 2018. T. 10. № 4. C. 721-724.

UDC 331.57; 378.12; 37.08

**APPLICATION OF A VACUUM-PULSE EXTRACTION PLANT FOR
OBTAINING WATER EXTRACTS OF APPLE VARIETIES "MOLDAVIAN"**

Grigory V. Rybin¹

student

enot1237@gmail.com

Andrey S. Ivanov¹

student

ivanser411@gmail.com

Dmitry A. Matveev²

graduate student

five-elements90@mail.ru

Sergey I. Danilin²

Candidate of Agricultural Sciences, Professor

danilin.7022009@mail.ru

¹Tambov State Technical University

Tambov, Russia

²Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The technology of vacuum-pulse extraction of plant material is presented. This technology is compared with the classical method. As a result of the experiment, the advantages of using the proposed technology were revealed.

Key words: extraction, biologically active substances, water extract, apple processing.

Статья поступила в редакцию 19.11.2021; одобрена после рецензирования 02.12.2021; принята к публикации 21.12.2021.

The article was submitted 19.11.2021; approved after reviewing 02.12.2021; accepted for publication 21.12.2021.