

УДК 62.9:536.242:664.87

РАЗРАБОТКА ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА ВАКУУМНОГО ЭКСТРАКТОРА

Григорий Вячеславович Рыбин¹

студент

enot1237@gmail.com

Сергей Иванович Данилин²

кандидат сельскохозяйственных наук, профессор

danilin.7022009@mail.ru

Дмитрий Александрович Матвеев²

аспирант

Дмитрий Вячеславович Никитин^{1,2}

кандидат технических наук, доцент

dmitryndv@gmail.com

¹Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, Россия

²Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье обоснована актуальность развития производства функциональных продуктов и биологически активных добавок. Описана конструкция и технологическая схема вакуумной экстракционной установки, позволяющей производить экстракты растительного сырья с большой эффективностью, а также сохранением максимального количества биологически активных веществ. Представлена конструкция нового загрузочного устройства для и расчёт параметров загрузки материала для максимального удобства работы на данной установке

Ключевые слова: экстракт, вакуумные технологии, гидромодуль.

Введение. В настоящее время одной из наиболее востребованных и перспективных отраслей сельского хозяйства является производство органической растительной продукции и ее переработка с целью производства функционального питания и биологически активных добавок [1, 2, 5, 8]. Они могут являться составной частью ведения здорового образа жизни, а также восполнять недостаток необходимых биологически активных веществ. Также натуральными растительными веществами можно заменить синтетические компоненты в составе некоторых продуктов.

На территории Тамбовской области произрастает множество растений, которые содержат в себе большое количество полезных веществ. Редис, рябина черноплодная, лук, чеснок, яблоки, укроп, крапива, узколистный кипрей, мать-и-мачеха, иссоп, монарда – это небольшая часть тех растений.

Наиболее простым и перспективным способом выделения биологически активных веществ из естественной природной оболочки является экстрагирование. В данный момент интенсивно развиваются новые методы производства экстрактов из растительного сырья. Основные направления развития – это интенсификация процесса, полнота извлечения веществ и сохранение максимального количества биологически активных веществ (БАВ) [3, 4, 6, 7].

Объекты и методы их исследования. На базе кафедры «МИГ» ТГТУ была разработана установка для вакуумного экстрагирования растительных материалов (рисунок 1). Данная установка состоит из конструкционных материалов, таких, как: электродвигатель, двухступенчатый жидкостнокольцевой вакуумный насос, дистиллятор, выпариватель, емкость для сбора экстрагента, емкость для экстрагирующего вещества и автоматика. За счет автоматизации процесса экстрагирование 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.

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.

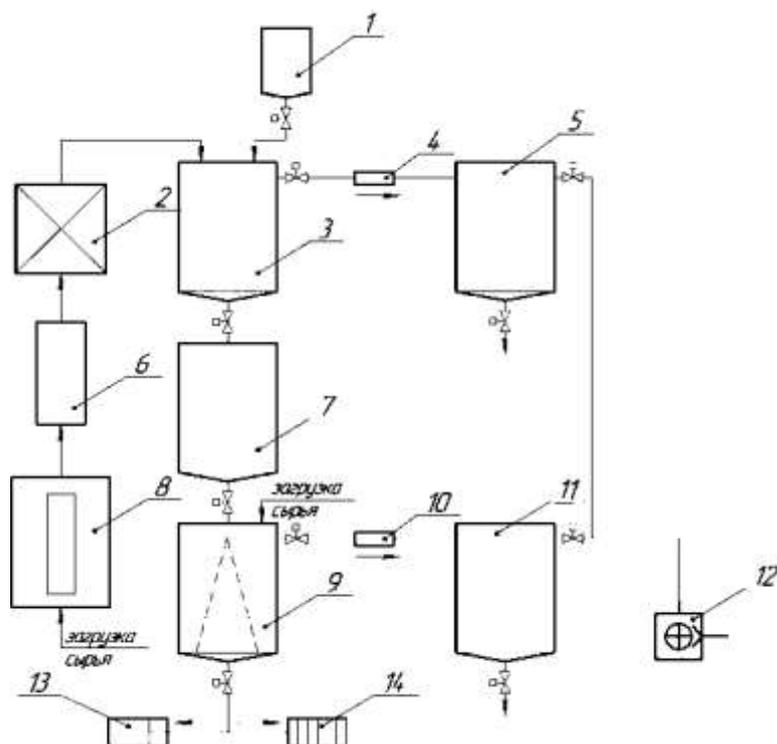


Рисунок 1 – Схема технологической линии производства экстрактов: 1 – бак для экстрагента; 2 – аппарат для сушки; 3 – аппарат для экстракции; 4, 10 – аппараты для дистилляции; 5, 11 – бак для сбора дистиллята; 6 – аппарат для измельчения; 7 – бак для сбора готового экстракта; 8 – мойка; 9 – аппарат для выпаривания; 12 – жидкостнокольцевой вакуумный насос; 13 – аппарат для разлива продукта; 14 – аппарат для упаковки продукта.

Большое влияние на качество и полноту выделения биологически активных веществ в процессе экстрагирования оказывает такой показатель, как гидромодуль – то есть отношение количества растительного материала к количеству экстрагента (жидкости, выступающей в роли растворителя БАВ). Следовательно, при разработке загрузочного устройства необходимо оказать особое внимание удобства настройки гидромодуля.

Результаты и их обсуждение. Для удобства работы, качественного и удобного в промышленном производстве предлагается следующая конструкция загрузочного устройства для экстракционной установки (рисунок 2).

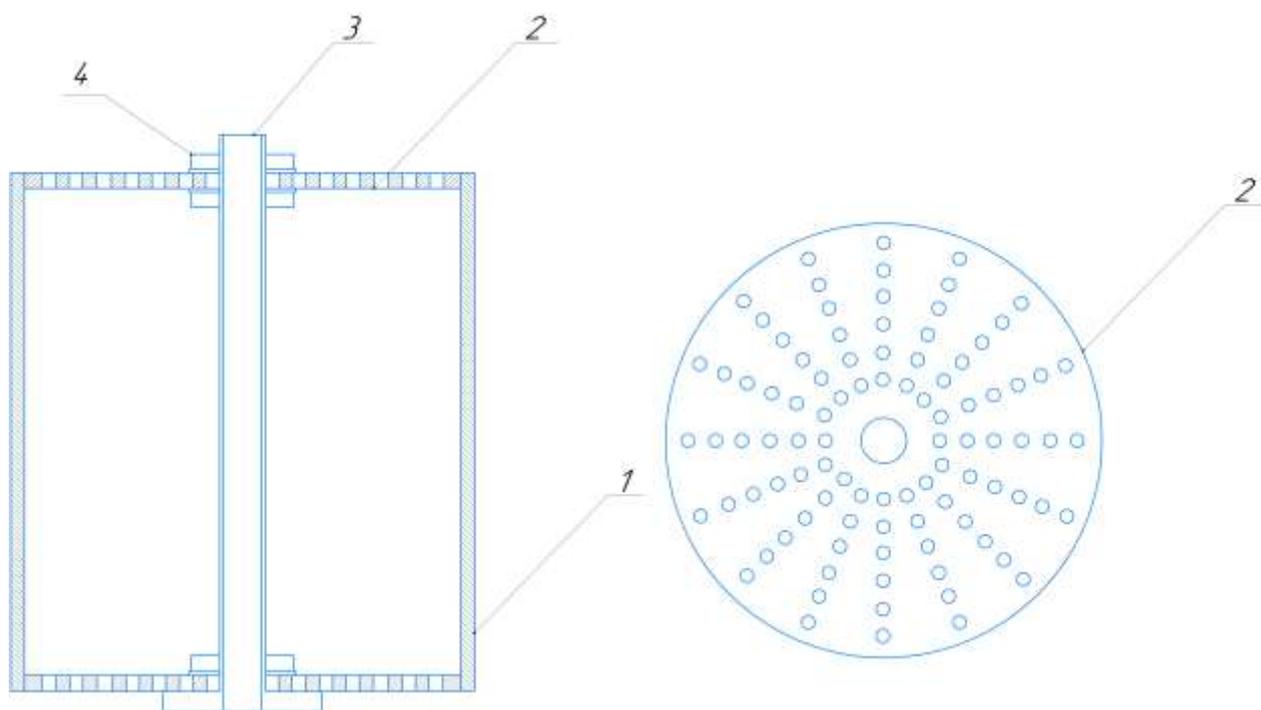


Рисунок 2 – Загрузочное устройство: 1 – корпус, 2 – перфорированный диск, 3 – стойка с резьбой, 4 – удерживающая гайка.

В данную установку загружается растительный материал, который снизу и сверху прижимается перфорированными дисками. Затем под вакуумом заливается экстрагент (дистиллированная вода, спирт, и т.д.) предварительно подогретый до температуры 55°C и затем производится экстрагирование. Благодаря вакууму жидкость кипит при температуре 60°C поэтому экстракция происходит с большой эффективностью и сохранением максимального количества биологически активных веществ. После жидкость сливается и отправляется на дальнейшую переработку. Благодаря перфорированным дискам можно избежать потерь жидкости, которую впитал растительный материал путём его отжима.

Своё влияние на качество экстрагирования окажет гидромодуль. Поскольку объём загрузочного устройства не меняется, масса, а, следовательно, и объём экстрагента меняться не будут и будет зависеть от объёма устройства.

Следовательно, возникает необходимость в расчёте массы экстрагируемого материала.

Гидромодуль обычно записывается в виде отношения 1:х, описывая соотношение частей материала к частям экстрагента. Гидромодуль, записанный в виде обыкновенной дроби составляет равенство с отношением массы материала к массе экстрагента:

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{m_{\text{р.м.}}}{m_э} \quad (1)$$

где x_1 – часть экстрагента; x_2 – часть материала; $m_{\text{р.с.}}$ – масса растительного материала, кг; $m_э$ – масса экстрагента.

Из формулы (1) по правилу пропорции выражаем формулу для нахождения массы вещества по гидромодулю:

$$m_{\text{в-ва}} = \frac{m_{\text{ж}} \cdot x_1}{x_2} \quad (2)$$

Для удобства работы с загрузочным устройством на его корпусе присутствуют метки, обозначающие высоту, благодаря которым растительный материал загружается по высоте в следствие чего гидромодуль легко контролировать без специальных приспособлений.

Выведем формулу для расчёта высоты насыпки. Зная насыпную плотность материала можем определить необходимый объём:

$$V_{\text{м}} = \frac{m_{\text{м}}}{\rho_{\text{н}}} \quad (3)$$

где $V_{\text{м}}$ – объём материала, м³; $\rho_{\text{н}}$ – насыпная плотность материала м³/кг.

Из формулы объёма цилиндра и формул (2) и (3) выводим формулу высоты насыпки:

$$h_{\text{нас}} = \frac{m_{\text{м}}}{\rho_{\text{н}} \cdot \pi \cdot (r_1 - r_2)^2} \quad (4)$$

где $h_{\text{нас}}$ – высота насыпки, м; r_1 – радиус основания загрузочного устройства, м; r_2 – радиус стойки с резьбой, м.

Также, немаловажным фактором является размер фрагментов экстрагируемого материала, поскольку если фрагменты будут слишком крупными или слишком мелкими экстрагирующая жидкость не будет иметь доступа к полному объёму материала и, как следствие, будут происходить потери биологически активных веществ за счёт неполного экстрагирования.

Параметры массы вещества, высоты насыпки и размеров фрагментов материала требуют расчётов перед каждой экстракцией. Однако, в случае если будет постоянно экстрагироваться определённое количество одних и тех же материалов, то результаты в постоянных расчётах отпадают. Их нужно будет произвести только один раз для каждого материала и гидромодуля, после чего для удобства свести в таблицу и выдать в качестве рекомендаций.

Заключение. Совершенствование технологии экстрагирования растительного сырья являются важной задачей в наше время. Применение вакуумных технологий для этого процесса позволяют интенсифицировать его, при этом не теряя биологически активные вещества. Конструкция загрузочного устройства, представленного в статье делает более удобной работу с экстрактором в промышленных масштабах.

Список литературы:

1. Выращивание и комплексная переработка тыквы сорта «Мичуринская»: монография / И.В. Иванова, Ю.В. Родионов, С.И. Данилин Д.В. Никитин. Тамбов: Издательский дом "Мичуринск", 2019. 112 с.
2. Григорьева Л.В., Ершова О.А. К вопросу об органическом производстве плодово-ягодного сырья // Вопросы питания: материалы XV всероссийского конгресса диетологов и нутрициологов «Здоровое питание от фундаментальных исследований к инновационным технологиям». Т. 83. № 3. М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2014. С. 176-177.
3. Гуськов А.А. Совершенствование технологии и технических средств экстрагирования растворимых веществ из растительного сырья. Мичуринск-научоград РФ, 2019. С. 4-10

4. Гуськов А.А., Анохин С.А., Родионов Ю.В. Импортзамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья // Материалы I Всероссийской конференции с международным участием. 2019. С. 439-443.

5. Елисеева Л.Г., Блинникова О.М. Комплексная оценка потребительских свойств селекционных сортов рябины обыкновенной // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2012. № 3 (14). С. 69-75.

6. 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.

7. Технология вакуумно-импульсного экстрагирования растворимых веществ из крапивы и хмеля / А.А. Гуськов, Ю.В. Родионов, С.А. Анохин, О.А. Гливенкова, С.В. Плотникова // Инновационная техника и технология. 2018. № 2 (15). С. 23-27.

8. 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. Vol. 10. № 4. P. 721-724.

UDC 62.9: 536.242: 664.87

DEVELOPMENT OF A VACUUM EXTRACTOR LOADING DEVICE

Grigory V. Rybin¹

student

enot1237@gmail.com

Sergey I. Danilin²

Candidate of Agricultural Sciences, Professor

danilin.7022009@mail.ru

Dmitry A. Matveev²

postgraduate student

Dmitry V. Nikitin^{1,2}

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

dmitryndv@gmail.com

¹Tambov State Technical University

Tambov, Russia

²Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article substantiates the relevance of the development of the production of functional products and dietary supplements. The design and technological scheme of a vacuum extraction unit are described, which allows the production of extracts of plant raw materials with high efficiency, as well as the preservation of the maximum amount of biologically active substances. The design of a new loading device for and calculation of material loading parameters for maximum convenience of work on this installation is presented.

Key words: extract, vacuum technologies, hydromodule.

Статья поступила в редакцию 16.05.2022; одобрена после рецензирования 20.06.2022; принята к публикации 30.06.2022.

The article was submitted 16.05.2022; approved after reviewing 20.06.2022; accepted for publication 30.06.2022.