

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 66.061.34

Исследование и выбор рациональных режимных параметров экстрагирования иссопа сорта «Лекарственный»

Родионов Ю.В., Самохвалов Д.С., Скоморохова А.И., Зорина О.А.

Аннотация. В статье рассматривается растение иссоп сорта «Лекарственный», произрастающего в г. Мичуринске на базе НФЦ «Мичурина». Исходя из его химического состава, представлены области его возможного применения. На основании проведенных исследований сделаны выводы и показаны результаты кинетики экстрагирования данного растения. Образцы исходного сырья нарезали в виде сложной соломки (елочки) длиной 20 ± 5 мм и высушивали конвективным способом до остаточной влажности 8 %. Сравнительный анализ двух способов экстрагирования и гидромодулей 1:50 и 1:100 позволил установить особенности каждого режима. На основе полученных результатов выявлено влияние вакуума на интенсификацию процесса экстрагирования и определен рациональный гидромодуль водного экстрагирования иссопа «Лекарственный». Установлены наиболее подходящие параметры экстрагирования иссопа, позволяющие сократить время процесса на 15 мин, минимизировать энергозатраты на 20 % и увеличить концентрацию сухих водорастворимых веществ на 25 %. Кроме того, для увеличения срока хранения предложено использование водно-спиртового экстрагирования с содержанием этилового спирта в количестве 10 %. По результатам исследований сделаны выводы.

Ключевые слова: водное, водно-спиртовое экстрагирование, тепломассообменные процессы, вакуум, иссоп «Лекарственный».

Для цитирования: Родионов Ю.В., Самохвалов Д.С., Скоморохова А.И., Зорина О.А. Исследование и выбор рациональных режимных параметров экстрагирования иссопа сорта «Лекарственный» // Инновационная техника и технология. 2020. № 1 (22). С. 36–41.

Research and selection of rational mode extraction of hyssop grade «Medicinal»

Rodionov Yu.V., Samokhvalov D.S., Skomorokhova A.I., Zorina O.A.

Abstract. The article discusses the hyssop plant «Medicinal», growing in Michurinsk on the basis of the NFC «Michurina». Based on its chemical composition, the areas of its possible application are presented. Based on the studies, conclusions are drawn and the results of the extraction kinetics of this plant are shown. Samples of the feedstock were cut in the form of a complex straw (herringbone) 20 ± 5 mm long and dried by convection to a residual moisture content of 8 %. A comparative analysis of two extraction methods and hydromodules 1:50 and 1:100 made it possible to establish the features of each mode. Based on the results obtained, the influence of vacuum on the intensification of the extraction process was identified and a rational hydromodule for water extraction of hyssop “Medicinal” was determined. The most suitable parameters for the extraction of hyssop have been established, allowing to reduce the process time by 15 minutes, minimize energy consumption by 20 % and increase the concentration of dry water-soluble substances by 25 %. In addition, to increase the shelf life, it is proposed to use water-alcohol extraction with an ethyl alcohol content of 10%. Based on the results of the research, conclusions are drawn.

Keywords: water, water-alcohol extraction, heat and mass transfer processes, vacuum, hyssop «Medicinal».

For citation: Rodionov Yu.V., Samokhvalov D.S., Skomorokhova, A.I. Zorina O.A. Research and selection of rational mode extraction of hyssop grade «Medicinal». Innovative Machinery and Technology. 2020. No.1 (22). pp. 36–41. (In Russ.).

Введение

Иссоп является специей, которую используют также и в медицине. Его выращивают в качестве медоноса (рис. 1) и ландшафтного дизайна. Химический состав иссопа [1, 2] показывает лечебные свойства и способность поддержания иммунитета.

Важными элементами химического состава иссопа являются: изопинокамфон, который составляет до 57% от состава эфирного масла иссопа. Он является натуральным ароматизатором. Карвакрол — фенол, натуральный антибиотик. Это позволяет применять иссоп в производстве мыла, стирального порошка, медицинских бинтов и спреев с карвакролом. Гесперидин — ангиопротектор, оказывает вено tonизирующее действие. Диосмин — биофлавоноид, снижает венозный застой, уменьшает растяжимость вен. Кроме того, аскорбиновая кислота, гликозиды, урсоловая кислота. Данные вещества помогают при мышечной атрофии, снижают количества холестерина и триглицерида, являются противовоспалительными, противоопухолевыми и антимикробными веществами.



Рис. 1. Иссоп сорта «Лекарственный»



Рис. 2. Высушенный иссоп сорта «Лекарственный»

Как видно, в составе растения находятся вещества с мощными фармакологическими действиями различной природы. Их большим количеством характеризуется широкий перечень терапевтических свойств иссопа «Лекарственного».

Водные вытяжки данного растения применяются наружно. Лечение слизистой оболочки полости рта проводится регулярными полосканиями водным экстрактом иссопа. Также свойства его водного экстракта учувствуют в устранении ангины, стоматита, гингивита, пародонтоза, флюса, помогают избавиться от неприятного запаха изо рта, охриплости и восстановить утраченный голос.

Из листьев вырабатывают экстракт, пользующийся большим спросом в парфюмерной промышленности. Сильный и стойкий аромат этого растения привлекает внимание парфюмеров. Он используется в производстве духов, туалетной воды, эликсиров, кремов, зубных полосканий, шампуней и бальзамов.

Экстрагирование является важным направлением развития переработки растительной продукции Тамбовской области и путем развития народного хозяйства [3, 4].

Концентрат водного экстракта получают экстракцией иссопа сорта «Лекарственный» (*Salvia sclarea* L.). Он содержит все ценные компоненты рассматриваемого растения, перечисленные ранее. Экстракт легко растворим в воде, переносит длительное хранение (до трех лет) при температуре 5-25 °С, не теряя своих свойств. Для более длительного хранения целесообразно применение водно-спиртового экстрагента. В настоящее время выращивание иссопа «Лекарственного» происходит в г. Мичуринске на базе НФЦ «Мичурина», что позволяет расширить состав растительного сырья функционального лечебного свойства.

Целью работы являлось определение параметров водного и водно-спиртового экстрагирования иссопа сорта «Лекарственный».

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является иссоп «Лекарственный». Образцы исходного сырья нарезают в виде сложной соломки (елочки) длиной 20±5 мм и высушивали конвективным способом до остаточной влажности 8 %.

Для исследования изучена теория тепломассопереноса, экстрагирования по литературным источ-

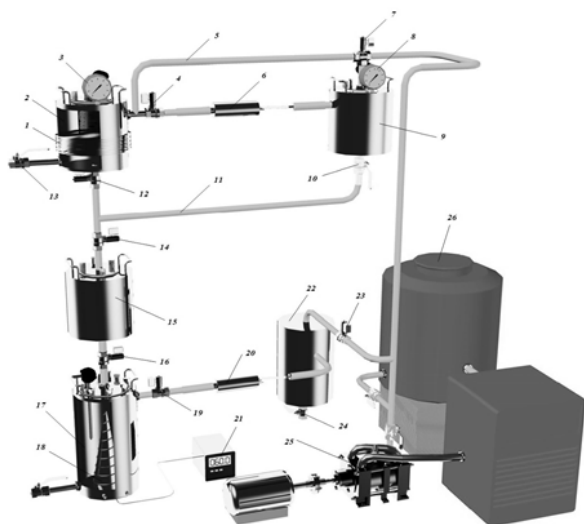


Рис. 3. Комбинированная экспериментальная вакуумная экстракционная установка

1 – нагреватель; 2 – вакуумный экстрактор; 3, 8 – вакуумметр; 4, 7, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 23, 24 – клапаны; 5, 11 – трубопровод; 6, 20 – дистиллятор; 9, 22 – емкость сбора дистиллята; 15 – емкость подачи экстракта на выпаривание; 17 – установка-выпариватель; 18 – конусный нагреватель; 21 – ПИД-регулятор; 25 – жидкостнокольцевой вакуумный насос; 26 – конденсатор

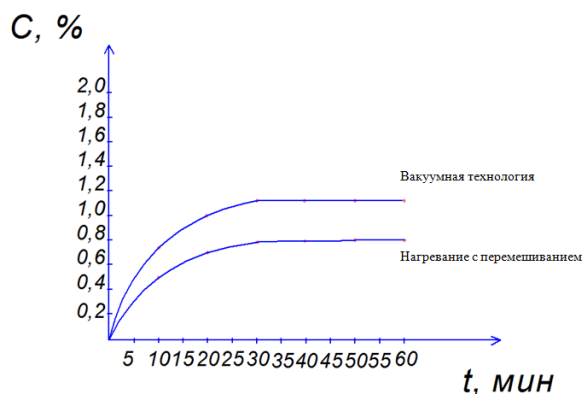


Рис. 4. Зависимость растворения сухих веществ в воде от технологии экстрагирования иссопа при гидромодуле 1:100

никам [5, 6, 7] для правильного проведения экспериментальных исследований и постановки опытов.

Эксперименты проводили на лабораторных и экспериментальных установках. Использованное сырьё: экстрагент (дистиллированная вода по ГОСТу 6709-72), сухой иссоп сорта «Лекарственный» (рис. 2) по объёму 1:100, 1:50.

Эксперименты проводили по следующей последовательности. Первый опыт. В стеклянную емкость помещали высушенный иссоп и заливали экстрагентом, предварительно подогретым до температуры 52 °С. В течение всего эксперимента велось постоянное перемешивание с помощью магнитной мешалки ММ6, температура поддерживалась на уровне 54-56 °С.

Второй опыт. В экстрактор комбинированной экстракционно-выпарной установки (рис. 3) помещали высушенный иссоп, заливали экстрагентом, предварительно подогретым до температуры 50 °С

и подвергали воздействию вакуума. В течение всего эксперимента поддерживалось давление 15-17 кПа, температура на уровне 54-56 °С.

Пробы отбираются периодически для определения содержания сухих водных растворимых веществ рефрактометрическим способом. Эксперимент осуществлялся на лабораторном рефрактометре ИРФ-454 Б2М. Для получения данных более достоверных на каждом этапе проводилась серия из трех опытов. Значения, имеющие значительные отклонения от средних, не учитывались.

Комбинированная экстракционная вакуумная установка включает несколько емкостей, первая из них применяется для подогревания загружаемого растительного сырья и экстрагента 2. Емкость 17, с расположенным конусным нагревательным элементом 18, соединяется с первой емкостью через вакуумные отсечные клапаны 12, 14, 16 и производит процесс выпаривания. К емкостям подведены трубопроводы 5, 11 для отвода пара через дистиллятор 6 с дальнейшим сбором конденсата в ёмкости 9, 22 [8]. Вакуум в комбинированной установке создается жидкостнокольцевой вакуумный насос (ЖВН) [9].

Установка может работать на различных режимах и этапах процесса экстрагирования: создание сухих импульсов (воздействие на сухое сырьё) – раскрытие пор (этап дегазации); набухание (настаивание) – вытеснение экстрагентом воздуха из клеток растительного материала; собственно экстрагирование – извлечение одного или нескольких компонентов из твёрдых тел растительного материала с помощью избирательных растворителей (экстрагентов); нагрев и вакуумное испарение внутри пор; малая циркуляция раствора – подача сконденсированного пара в виде жидкости обратно в экстрактор; полная циркуляция – перекачка рабочего раствора из экстрактора в ёмкость сбора конденсата и обратно; просушка (подсушка) сырья [10].

Результаты и их обсуждение

На рисунке 4 показаны результаты экстрагирования иссопа одного гидромодуля на разных установках. Анализ этих данных извлечения сухих растворимых в воде веществ говорит о том, что вакуумная технология превосходит нагревание с перемешиванием при одинаковом времени выдержки на 25 % (с концентрацией 1,1 и 0,8 % соответственно). Комбинированной установке хватает 15 мин, чтобы дойти до уровня другого аппарата.

Из графиков видно, что применение вакуума не только ускоряет процесс, но и увеличивает количество сухих растворимых веществ в экстракте.

Также были проведены эксперименты с разными гидромодулями. Анализ экспериментальных данных показывает, что наиболее рациональный гидромодуль – 1:100 (сопротивление процесса при данном гидромодуле меньше). За полный цикл экстрагирования при гидромодуле 1:50 иссоп не отда-



Рис. 5. Экстракционная установка с магнитной мешалкой



Рис. 6. Водный экстракт иссопа сорта «Лекарственный»

ет все сухие растворимые в воде вещества. А при гидромодуле 1:100 большинство всех растворимых веществ переходит экстрагент.

Из экспериментальных исследований получили, что существует прямая зависимость времени экстрагирования от гидромодуля. Увеличение массы сырья в 2 раза (гидромодули 1:100 и 1:50) приво-

дит к увеличению времени экстрагирования на 15 мин.

Использование вакуума при проведении экстракции позволило интенсифицировать процесс по сравнению с другими рассматриваемыми способами [11]. Вакуумное в сравнении с процессом, включающим подогревание до 55 °С и перемешивание экстрагента при гидромодулях 1:50 и 1:100 протекает на 15 мин быстрее.

Интенсификации процесса вакуумного экстрагирования в большей степени способствует кипение, которое протекает при температуре 54-56 °С. Небольшая температура кипения не оказывает отрицательного воздействия, полезные и биологически активные вещества и витамины сохраняются. Полученный экстракт иссопа сорта «Лекарственный» с гидромодулем 1:100 с рациональным вакуумным режимом представлен на рисунке 6. Также проведено водно-спиртовое вакуумное экстрагирование с содержанием спирта 10 % для увеличения срока хранения до 4 лет. Проведена закладка для натурального испытания.

В перспективе рассмотрим исследования зависимости извлечения сухих водорастворимых веществ от количества вакуумных импульсов сухого иссопа, степени нарезки, а также сушки до другого уровня влажности и нарезки другими размерами.

Выводы

1. Описан химический состав иссопа «Лекарственного» и основные направления его использования.

2. В результате экспериментальных исследований определено преимущество вакуумной экстракции по сравнению с перемешиванием при помощи магнитной мешалки. Концентрация сухих водорастворимых веществ при использовании вакуума выше на 25 % и составляет 1,1 %.

3. В результате проведенных исследований установлены рациональные параметры процесса экстрагирования иссопа сорта «Лекарственный»: вакуумное экстрагирование при соотношении сырьё-экстрагент (гидромодуль) 1:100, температура экстрагирования 54-56°С, продолжительность 30 мин. Проведение процесса экстрагирования при таких условиях позволяет получить максимальный выход сухих водорастворимых веществ.

4. В перспективе предлагается дальнейшее исследование экстрагирования иссопа, а также других лекарственных трав.

Список литературы

- [1] Дудченко Л. Г., Козьяков А. С., Кривенко В. В. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Отв. ред. К. М. Сытник. К.: Наукова думка, 1989. 304 с.
- [2] Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН проф. В.А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.

- [3] Кузьменко С.Л., Родионов Ю.В., Капустин В.П., Никитин Д.В. Технология получения и перспективы использования концентрата из кипрея узколистного в производстве напитков // Наука в центральной России. 2017. № 5 (29). С. 92-100.
- [4] Родионов Ю.В., Данилин С.И., Митрохин М.А., Утешев М.В., Мочалин Н.Н., Иванова И.В. Влияние порошка пастернака на качественные показатели лапши и макаронных изделий. // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2017. № 1 (15). С. 56-61.
- [5] Лыков А.В. Теория сушки / А.В. Лыков. – М.: «Энергия», 1968. С. 472.
- [6] Аксельруд Г.А. Экстрагирование (система твердое тело — жидкость) / Г.А. Аксельруд, В.М. Лысянский. Л.: «Химия», 1974. С. 472.
- [7] Рудобашта С.П., Казуб В.Т., Кошкарова А.Г. Исследование кинетики экстрагирования сырья под воздействием импульсного поля высокой напряженности // Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2016. № 5 (75). С. 49-55.
- [8] Гуськов, А. А., Родионов, Ю. В., Капустин, В. П., Никитин, Д. В., Анохин, С. А., Коновалов, В. В. Универсальная экстрактно-выпарная установка растительного сырья // Наука в центральной России. 2017. № 2 (26). С. 32-41.
- [9] Пат. 2551449 Российская Федерация, МПК F04C7/00, F04C19/00. Двухступенчатая жидкостно-кольцевая машина / Гуськов А. А., Никитин Д. В., Платицин П. С., Родионов Ю. В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тамб. ГТУ». – № 2014127083/06; заявл. 02.07.2014; опубл. 27.05.2015, Бюл. № 15. 6 с.: 2 ил.
- [10] Гуськов А.А. Обоснование выбора жидкостно-кольцевого вакуумного насоса для экстракционно-выпарной установки при обработке растительных материалов / А. А. Гуськов, Ю. В. Родионов, С. А. Анохин, В. П. Капустин, Д. В. Никитин, Ю. Т. Селиванов // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 1 (33). С. 124-130.
- [11] Гуськов А.А. Совершенствование технологии и технических средств экстрагирования растворимых веществ из растительного сырья: Автореф. дисс. канд. техн. наук. Мичуринск, 2019. 16 с.

References

- [1] Dudchenko L. G., Koz'jakov A. S., Krivenko V. V. Prjano-aromaticheskie i prjano-vkusovye rastenija: Spravochnik / Otv. red. K. M. Sytnik. K.: Naukova dumka, 1989. 304 p.
- [2] Himicheskij sostav rossijskih pishhevych produktov: Spravochnik / Pod red. chlen-korr. MAI, prof. I.M. Skurikhina i akademika RAMN prof. V.A. Tutel'jana. M.: DeLi print, 2002. 236 p.
- [3] Kuz'menko S.L., Rodionov Ju.V., Kapustin V.P., Nikitin D.V. Tehnologija poluchenija i perspektivy ispol'zovanija koncentrata iz kipreja uzkolistnogo v proizvodstve napitkov // Nauka v central'noj Rossii. 2017. No 5 (29). Pp. 92-100.
- [4] Rodionov Ju.V., Danilin S.I., Mitrohin M.A., Uteshev M.V., Mochalin N.N., Ivanova I.V. Vlijanie poroshka pasternaka na kachestvennye pokazateli lapshi i makaronnyh izdelij. // Tehnologii pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. 2017. No 1 (15). Pp. 56-61.
- [5] Lykov A.V. Teorija sushki / A.V. Lykov. M.: «Jenergija», 1968. P. 472.
- [6] Aksel'rud G.A. Jekstragirovanie (sistema tverdoe telo — zhidkost') / G.A. Aksel'rud, V.M. Lysjanskij. L.: «Himija», 1974. P. 472.
- [7] Rudobashta S.P., Kazub V.T., Koshkarova A.G. Issledovanie kinetiki jekstragirovanija syr'ja pod vozdejstviem impul'snogo polja vysokoj naprjazhennosti // Vestnik FGOU VPO Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet im. V.P. Gorjachkina. 2016. No 5 (75). Pp. 49-55.
- [8] Gus'kov, A. A., Rodionov, Ju. V., Kapustin, V. P., Nikitin, D. V., Anohin, S. A., Konovalov, V. V. Universal'naja jekstraktno-vyparnaja ustanovka rastitel'nogo syr'ja // Nauka v central'noj Rossii. 2017. No 2 (26). Pp. 32-41.
- [9] Pat. 2551449 Rossijskaja Federacija, MPK F04C7/00, F04C19/00. Dvuhstupenchataja zhidkostno-kol'cevaja mashina / Gus'kov A. A., Nikitin D. V., Platicin P. S., Rodionov Ju. V.; zajavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO «Tamb. GTU». No 2014127083/06; zajavl. 02.07.2014; opubl. 27.05.2015, Bjul. No 15. 6 p.: 2 il.
- [10] Gus'kov A.A. Obosnovanie vybora zhidkostno-kol'cevogo vakuumnogo nasosa dlja jekstrakcionno-vyparnoj ustanovki pri obrabotke rastitel'nyh materialov / A. A. Gus'kov, Ju. V. Rodionov, S. A. Anohin, V. P. Kapustin, D. V. Nikitin, Ju. T. Selivanov // Problemy razvitija APK regiona. 2018. No 1 (33). Pp. 124-130.
- [11] Gus'kov A.A. Sovershenstvovanie tehnologii i tehniceskikh sredstv jekstragirovanija rastvorimyh veshhestv iz rastitel'nogo syr'ja: Aftoref. diss. kand. tehn. nauk. Michurinsk, 2019. 16 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Родионов Юрий Викторович доктор технических наук профессор кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: +7(920) 478-04-91 E-mail: rodionow.u.w@rambler.ru</p>	<p>Rodionov Yuri Viktorovich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Mechanics and engineering graphics» Tambov State Technical University Phone: +7(920) 478-04-91 E-mail: rodionow.u.w@rambler.ru</p>
<p>Самохвалов Дмитрий Сергеевич студент кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: +7(953) 713-14-08 E-mail: sam_dima2000@inbox.ru</p>	<p>Samokhvalov Dmitry Sergeevich student of the department «Mechanics and engineering graphics» Tambov State Technical University Phone: +7(953) 713-14-08 E-mail: sam_dima2000@inbox.ru</p>
<p>Скоморохова Анастасия Игоревна студент кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: +7(475) 263-04-59 E-mail: nasta373@mail.ru</p>	<p>Skomorokhova Anastasia Igorevna student of the department «Mechanics and engineering graphics» Tambov State Technical University Phone: +7(475) 263-04-59 E-mail: nasta373@mail.ru</p>
<p>Зорина Ольга Александровна студент кафедры «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: +7(95) 371-66-09 E-mail: zorina.olya90@gmail.com</p>	<p>Zorina Olga Alexandrovna student of the department «Operation of transport-technological machines and complexes» Tambov State Technical University Phone: +7(95) 371-66-09 E-mail: zorina.olya90@gmail.com</p>