

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Халитова Э.Ш., Манеева Э.Ш., Быков А.В.,
Крахмалева Т.М., Берестова А.В.**

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Процесс экстракции представляет собой избирательное извлечение отдельных компонентов из сложного по составу сырья при помощи растворителя (экстрагента), обладающего избирательной растворимостью. Экстрагирование в системе «твердое тело – жидкость» - один из важнейших технологических процессов, нашедших широкое распространение в пищевой промышленности.

Особый интерес представляет изучение и выбор методов интенсификации процесса экстрагирования растительного сырья, поскольку экстрагирование является одной из наиболее продолжительных стадий переработки растительного сырья. Использование различных физических воздействий позволяет в значительной степени интенсифицировать процессы экстракции и в большинстве случаев получать результаты, не достижимые при традиционных методах, которые являются трудоемкими и длительными [1-6].

Одним из наиболее перспективных способов интенсификации экстрагирования растительного сырья является применение ультразвука, с помощью которого из растений могут быть выделены физиологически активные соединения, пищевые красители, масла, отдушки, сахара и т. д. [7-9]. При обработке тонкоизмельченных материалов ускоряющее влияние ультразвука распространяется практически на весь объем частиц материала, из которого производится экстракция [10]. Под действием ультразвуковых колебаний происходит более быстрое и активное разрушение внутриклеточных тканей растительного сырья, что приводит к увеличению содержания экстрактивных веществ в растворе [11]. То есть наблюдается не только значительное ускорение процесса извлечения из растений полезных веществ, но и увеличение по сравнению с другими методами экстрагирования выхода основного продукта [8]. Использование ультразвука позволяет значительно снизить себестоимость экстрагируемого вещества [9].

Принцип диспергирования растительного сырья с помощью ультразвука основан на том, что под его действием проницаемость клеток увеличивается за счет изменения геометрического размера различных просветов (устийц, пор, канальцев и др.), ослабления связи в межклеточных соединительных тканях, частичного разрыва клеток в период кавитации. Все это облегчает и ускоряет процесс извлечения экстрактивных веществ [7, 12, 13].

Осуществление процесса экстракции целесообразно вести в поле мощного ультразвука, когда в среде протекают активные кавитационные процессы, приводящие к эрозии и диспергированию растительного сырья за счет пульсации и схлопывания кавитационных пузырьков. Важным фактором, влияющим на процесс экстракции, является уменьшение вязкости растворителя

в приповерхностном слое, что активизирует извлечение сухих веществ. Имеются данные, что применение ультразвукового воздействия приводит к значительному ускорению процесса экстракции - до 1000-3000 раз и увеличению содержания сухих веществ в растворе на 50-150 % [8, 13, 14].

На кафедре пищевой биотехнологии ОГУ были проведены исследования, целью которых являлось определение оптимальных параметров ультразвукового воздействия для извлечения экстрактивных веществ из плодов рябины.

Экстрагирование проводилось при температуре 20 °С при помощи ультразвукового диспергатора УЗД2-0,4/22, состоящего из ультразвукового генератора УЗГ4-1,0/22 и ультразвукового магнитострикционного преобразователя, преобразующего электрическую энергию генератора в энергию механических колебаний рабочего инструмента. Диспергатор генерирует продольные механические колебания с частотой 22 кГц. Максимальная выходная мощность 0,4 кВт, регулировка мощности ступенчатая.

Предварительно сырье измельчали до размера частиц от 1,0 до 2,0 мм. Данная степень измельчения подобрана на основе предварительного эксперимента. Измельчение частиц до размера менее 1,0 мм приводило к слеживанию частиц на дне емкости. В качестве экстрагента была использована дистиллированная вода. Массовое соотношение сырья к экстрагенту составляло 5:3.

Ультразвуковое воздействие на экстрагируемое сырье проводилось при периодическом увеличении мощности с 0,1 до 0,4 кВт в течение 10 минут. В полученных экстрактах определяли содержание растворимых сухих веществ, оптическую плотность и титруемую кислотность. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Зависимость физико-химических показателей экстрактов рябины от мощности ультразвукового воздействия

Мощность, кВт	Содержание растворимых сухих веществ, %	Оптическая плотность	Титруемая кислотность, град.
0,1	23,952	0,095	1,579
0,2	24,565	0,105	1,632
0,3	25,345	0,120	1,685
0,4	25,446	0,125	1,685

Анализ результатов свидетельствует, что содержание растворимых сухих веществ прямо пропорционально мощности ультразвукового воздействия. При этом в раствор преимущественно переходят красящие вещества плодов рябины, кислоты и сахара. Необходимо отметить, что при увеличении мощности ультразвукового воздействия выше 0,3 кВт выходные параметры экстрактов существенно не изменяются.

Полученные результаты данного этапа исследования были использованы

для установления динамики извлечения сухих веществ от продолжительности экстрагирования.

Для этого производили ультразвуковое воздействие на экстрагируемое сырье при периодическом увеличении времени воздействия от 2,5 до 17,5 минут (дискретность 2,5 минуты) при мощности 0,3 кВт. В полученных экстрактах определяли содержание сухих веществ, оптическую плотность и титруемую кислотность. Полученные результаты представлены на рисунках 1 - 3.

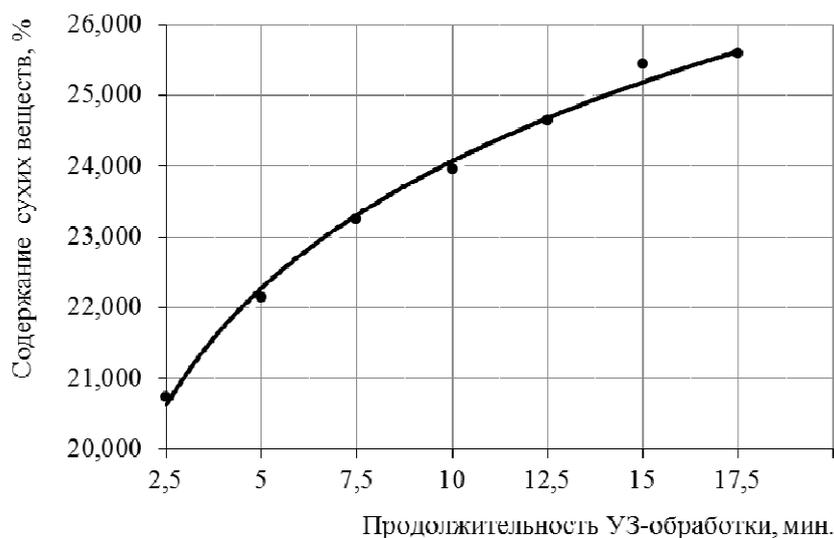


Рисунок 1 – Зависимость содержания сухих веществ в экстракте от продолжительности ультразвуковой обработки

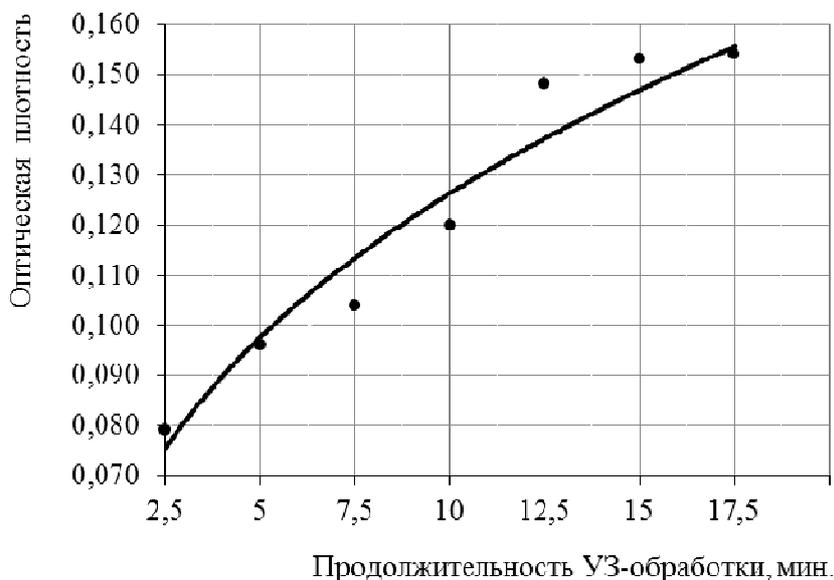


Рисунок 2 – Зависимость оптической плотности экстракта от продолжительности ультразвуковой обработки

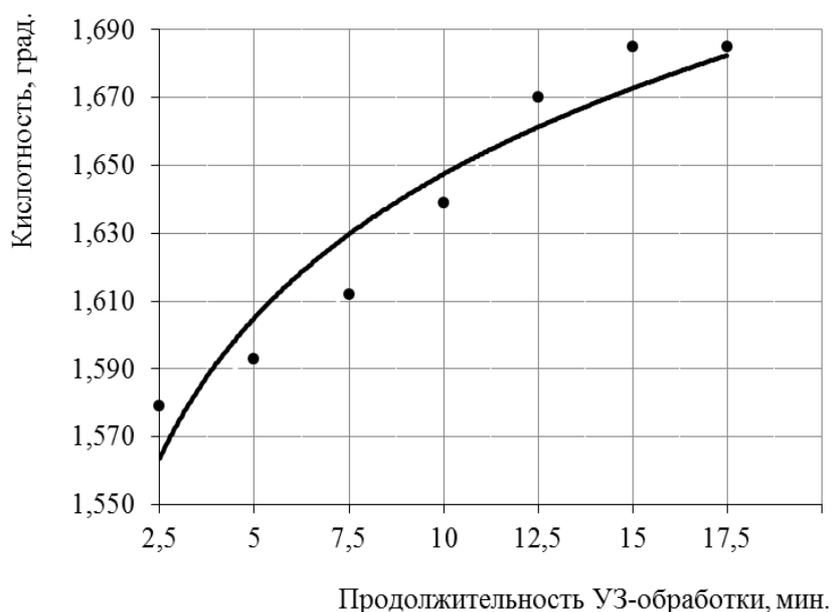


Рисунок 3 – Зависимость кислотности экстракта от продолжительности ультразвуковой обработки

Анализ зависимостей показывает, что содержание экстрагируемых веществ повышается с увеличением продолжительности ультразвуковой обработки. Однако при экстрагировании в течение более чем 15 минут скорость извлечения сухих веществ значительно снижается. Это может быть связано с выравниванием концентрации сухих веществ в сырье и растворе. Без использования ультразвукового воздействия подобное выравнивание концентраций происходит в течение нескольких суток.

Таким образом, при экстрагировании плодов рябины с применением ультразвуковой обработки при частоте воздействия 22 кГц и мощности ультразвукового воздействия 0,3 кВт процесс экстрагирования можно завершить за 15 минут. При этом степень извлечения и сохранности сухих веществ повышается по сравнению с традиционными методами. Подобранные режимы позволяют получать экстракты с максимальной биологической ценностью и использовать их для обогащения пищевых продуктов биологически активными веществами.

Список литературы

1. Савин, В. Н. Совершенствование технологии получения ценных компонентов из растительного сырья с использованием экологически безопасных физических методов : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / В. Н. Савин. – Краснодар, 2006. – 28 с.
2. Гусева, М. В. Совершенствование процесса экстрагирования целевых компонентов при электроконтактной обработке смеси растительного сырья : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / М. В. Гусева. – Москва, 2008. – 26 с.

3. Климов, Р. В. Разработка и оценка потребительских свойств сиропов профилактического назначения : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Р. В. Климов. – Орел, 2003. – 26 с.
4. Получение сухого экстракта из корней девясила высокого и изучение его химических состава / С. А. Матасова [и др.] // Химия растительного сырья. – 1999. - № 2. – С. 119-123.
5. Букеева, А. Б. Обзор современных методов выделения биоактивных веществ из растений / А. Б. Букеева, С. Ж. Кудайбергенова // Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – 2012. - № 2. - С. 192-197.
6. Крахмалева, Т. М. Ферментные препараты в пищевой промышленности / Т. М. Крахмалева, Э. Ш. Манеева, Э. Ш. Халитова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всероссийской науч.-практ. конф. / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2014. – С. 1233-1238.
7. Молчанов, Г. И. Ультразвук в фармации / Г. И. Молчанов. – Москва : Медицина, 1980. – 176 с.
8. Центр ультразвуковых технологий [Электронный ресурс]. – Бийск. - Режим доступа: <http://www.u-sonic.com>. – 15.12.2014.
9. Акопян, Б. В. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами : учеб. пособие / Б. В. Акопян, Ю. А. Ершов. – Москва : МГУТУ им. Баумана, 2005. – 224 с. – ISBN 5-7038-2597-0.
10. Хлебников, В. И. Технология товаров (продовольственных) : учебник / В. И. Хлебников. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2005. – 427 с. – ISBN 5-94798-618-3.
11. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В. Н. Хмелев [и др.]. - Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203 с. - ISBN 978-5-9257-0187-4
12. Рогов, И. А. Физические методы обработки пищевых продуктов / И. А. Рогов, А. В. Горбатов. - Москва : Пищевая промышленность, 1974. - 584с.
13. Халитова, Э. Ш. Нетрадиционные способы обработки плодоовощного сырья / Э. Ш. Халитова, Э. Ш. Манеева, А. В. Быков // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всероссийской науч.-практ. конф. / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2014. – С. 1309-1313.
1. Сульман, М. Г. Ультразвуковое воздействие в физико-химических процессах получения биологически активных веществ : автореф. дис. ... д-р. хим. наук : 02.00.04 / М. Г. Сульман. – Тверь, 2000. – 49 с.