



**Бошкова И. Л.** Экстрагирование биологически активных веществ в условиях действия микроволнового поля [Текст] : монография / И. Л. Бошкова, Е. В. Георгиеш, С. Г. Коломийчук. - Одесса : Апрель, 2016. - 76 с. : табл., рис. - Библиогр.: с. 66-70. - ISBN 978-617-7261-85-7.

Приведены результаты работ по исследованию эффективности экстрагирования биологически активных веществ со свойствами биопестицидов из растительных материалов в условиях действия микроволнового поля.

Сформулированы физические основы процесса нагрева материалов в микроволновом поле и методы оценки теплового эффекта взаимодействия. Обсуждается возможность определения расчетным путем кинетики экстрагирования в микроволновом поле, предложена математическая модель извлечения левого компонента из частиц реальной формы. Проанализирован вопрос определения коэффициентов диффузии и массоотдачи, описаны биологические методы оценки экстрактов, применяемые в работе. Для оценки качества экстрактов-биопестицидов проведены лабораторные и полевые испытания, результаты которых отражены в работе. Обобщены данные об оптимальных режимах и условиях, обеспечивающих интенсификацию тепломассопереноса при сохранении или улучшении качества конечной продукции (экстрактов). Описана оригинальная пилотная установка для экстракции в микроволновом поле, приведено описание особенностей конструирования микроволновых устройств.

## ***ВВЕДЕНИЕ***

Исследования процессов экстрагирования целевых компонентов (ЦК), в частности, со свойствами биологически активных веществ, из растительных материалов под действием микроволнового электромагнитного поля с целью интенсификации процессов тепломассопереноса являются актуальными в современных условиях развития эффективных по производительности и энергетически целесообразных технологий. Энергетический кризис, увеличение спроса на продукцию с улучшенными и безопасными для окружающей среды качествами вызвали необходимость развития новых технологий извлечения биологически активных веществ (БАВ) из растительных материалов, которые находят свое применение в фармакологии

(в частности, галеновые препараты), косметологии (экстракты масла и различные комплексные препараты), пищевой промышленности (природные красители и др.). Особый интерес представляют экстракты БАВ со свойствами естественных пестицидов. Такие экстракты безопасны для окружающей среды и не оказывают вредного воздействия на здоровье человека, о чем свидетельствуют работы Васиной А. Н., Соседки П. И., Burges H. D. и других авторов, которые, в свою очередь, основываются на вековом опыте производителей сельскохозяйственной продукции. Объемы растительного сырья, которые имеет Украина, практически не ограничены и возобновляемы, что свидетельствует о большом потенциале получения ценных компонентов растительных материалов. В то же время существующие методы извлечения не позволяют эффективно и рационально проводить процесс извлечения целевых компонентов, что обуславливает необходимость поиска новых интенсивных технологий. Перспективным методом интенсификации процессов переноса теплоты и массы признан метод нагрева в микроволновом электромагнитном поле, в случае использования его в процессах извлечения наблюдается ускорение и повышение полноты экстракции биологически активных веществ (БАВ) из растительного сырья (FaridChemat 2013, Лукьянчук И. И., Бурдо О. Г., Mandal, V.) и в большинстве случаев - снижение энергетических затрат. Значительное ускорение процесса экстрагирования ведет к снятию проблемы складирования растительных материалов и сохранения их качества, а также позволяет получить за короткое время объем для промышленного использования. Созданию эффективной микроволновой технологии извлечения БАВ из растительных материалов и устройств для ее реализации мешает недостаток данных по оптимальным режимам работы и условиям, обеспечивающих интенсификацию тепломассопереноса при сохранении или улучшении качества конечной продукции (экстрактов). Исследования, представленные в данной монографии, направлены на получение дополнительной информации, необходимой для разработки высокоэффективного метода получения естественных пестицидов в виде растворенных в экстрактах биологически активных веществ, извлекаемых из растительных материалов в условиях действия микроволнового (МВ) электромагнитного поля (ЭМП).

Основные научные результаты работ по исследованию условий интенсификации процессов микроволнового экстрагирования БАВ состоят в следующем:

- определено, что для интенсификации выхода термостабильных БАВ из растительных материалов в условиях действия МВ поля следует на первом этапе осуществить обработку материала без экстрагента со скоростью, обеспечивающей разрыв в системе растительных сосудов, а на втором - экстрагент добавляется к подготовленному материалу и далее осуществляется непосредственно процесс экстрагирования;
- получена математическая модель массопереноса из тел сферической формы при учете массоотдачи с поверхности в условиях действия внутренних источников теплоты, которая позволяет определить относительную

- концентрацию целевого компонента в материале в процессе экстрагирования;
- предложен метод стабильности потока массы, использование которого позволяет перейти от расчетов кинетики экстрагирования тел классической формы к телам с реальной формой поверхности;
  - получена математическая модель в явном виде для расчета средней температуры диэлектрического материала при его нагревании в микроволновом поле для граничных условий III рода, которая позволяет с допустимой погрешностью определять температуру в зависимости от экспозиции, удельной мощности внутренних источников и физических характеристик тела;
  - усовершенствованы подходы к методологическому обеспечению экстрагирования БАВ из растительных материалов различного вида при использовании энергии МВ поля и к конструированию микроволновых устройств, обеспечивающих эффективное извлечение целевых компонентов.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Перечень условных обозначений, символов, единиц, сокращений и терминов.....	5
Введение.....	6
1. Экспериментальное исследование экстрагирования БАВ из растительных материалов при действии микроволнового электромагнитного поля.....	9
1.1 Особенности экстрагирования в условиях действия микроволнового поля.....	9
1.2 Экспериментальные микроволновые установки и методики проведения экспериментов.....	13
1.3 Анализ и выбор экстрагентов для извлечения БАВ со свойствами биопестицидов в условиях микроволнового нагрева.....	16
2. Результаты исследование эффективности микроволнового экстрагирования БАВ с качествами биопестицидов.....	20
2.1 Особенности получения микроволновых экстрактов.....	21
2.2 Результаты разработок индивидуальных методик экстрагирования БАВ.....	21
2.2.1 Экстракты дикого молочана.....	21
2.2.2 Экстракты чеснока.....	24
2.2.3 Экстракты чистотела.....	27
2.2.4 Экстракты из плодовых тел грибов Шии-таке ( <i>Lentinusedodes</i> ).....	28
2.3 Исследование различных элементов технологии извлечения естественных пестицидов с различного растительного сырья (полыни и ромашки).....	29

2.4 Проверка эффективности микроволновых экстрактов при обеззараживании почвы.....	32
2.5 Исследование эффективности извлечения БАВ из грибов Шии-таке и Вешенки.....	34
2.5.1 Методика проведения эксперимента.....	34
2.5.2 Результаты экспериментального исследования биологической активности экстрактов <i>PleurotusOsteratus</i> .....	36
2.6 Энергетическая эффективность микроволнового экстрагирования.....	37
3. Математическая модель экстрагирования из частиц растительного материала.....	41
3.1 Модель массопереноса при экстрагировании из частиц сферической формы.....	41
3.2 Анализ данных по коэффициентам переноса (диффузии и массоотдачи) для условий экстрагирования в микроволновом поле.....	42
3.3 Верификация математической модели массопереноса для сферической частицы.....	45
3.4 Кинетика извлечения целевых компонентов из тел с реальной формой поверхности.....	47
3.5 Сопоставление теоретических и эмпирических данных по кинетике извлечения ЦК из растительных материалов.....	51
4. Микроволновые установки непрерывного действия для экстрагирования биологически активных материалов.....	55
4.1 Схема пилотной установки для экстракции в микроволновом поле, описание функционального назначения элементов.....	55
4.2 Основные принципы конструирования микроволнового экстрактора.....	53
4.3 Система обеспечения теплового режима генератора микроволновой энергии (магнетрона).....	58
4.4 Расчет времени выхода в рабочий режим.....	61
4.5 Гидравлический расчет системы жидкостного охлаждения.....	63
Выводы.....	64
Список литературы.....	55
Приложение А. Перечень публикаций авторов по теме исследований.....	71