

УДК 664-035.2:[66.047+66.061.3]:544.034

БАРОДИФФУЗИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Капетула С.М., аспирант,

Бурдо О.Г., д.т.н.

ОНАПТ (Одесская национальная академия пищевых технологий)

Тел. (093) 403-24-43

Аннотация – в статье рассмотрены направления развития пищевых нанотехнологий. Дан анализ механизмов новых комбинированных процессов переноса на основе волновых бародиффузионных технологий. Рассмотрены энергетические аспекты использования этих технологий при экстрагировании. Приведены примеры практического использования волновых бародиффузионных технологий при производстве масла.

Ключевые слова – масло амаранта, экстрагирование, интенсивность массопереноса, бародиффузия.

Введение. Процессы экстрагирования в современных пищевых технологиях производства сахара, масел, растворимого кофе, коньячных спиртов являются ключевыми, определяющими как качество, так и экономические показатели предприятия. Однако, как правило, это достаточно трудоемкий и низкоэффективный процесс. Например, в коньячных технологиях процесс экстрагирования продолжается годами. Использование принципов нанотехнологий (НТ) позволит существенно интенсифицировать процесс экстрагирования за счет эффекта комбинированного электрофизического воздействия импульсным электромагнитным полем (ИЭМП) [1].

Постановка проблемы. Технологии извлечения масла из зерен амаранта не отвечают современным требованиям. Процессы экстрагирования продолжительны, энергоемки. Технологии экстрагирования хладонами при сверхкритических давлениях требуют громоздкого оборудования, гексановые технологии не обеспечивают растущих требований экологической безопасности масла.

Цель. Разработать технологии получения экологически безопасного масла амаранта с высоким содержанием ценных компонентов (сквалена, токоферолов и пр.) при снижении уровня энергетического воздействия, энергоемкости и продолжительности процесса экстрагирования.

Анализ литературных источников по теме исследования. Управление процессами переноса на уровне наномасштабных объектов пищевого сырья с помощью полного использования поверхностных явлений на наношкале отвечает определению НТ. Предметом исследований в пищевых НТ являются микроорганизмы (размер от 7 нм), нанопоры и нанокапилляры растительного сырья (от 5 нм), оболочки клеток (7...30 нм), белок (10...100 нм), полисахариды (1...10 нм) и молекулы воды ($\approx 0,15$ нм). Именно на эти объекты нацелены основные этапы пищевых технологий [2].

Научные основы пищевых НТ включают: гипотезу бародиффузионного переноса из наномасштабных элементов сырья [3], термодинамическую схему нанопроцесса и тепломеханическую модель растительной клетки [3, 4], кинетическую модель массопереноса [5]. Проведена классификация процессов пищевых НТ [6], обоснованы перспективные пути развития ПНТ [7]. Предложено число энергетического воздействия: $Bu = N (r w d^2 \rho)^{-1}$ для учета влияния действия ИЭМП. Физический смысл числа Bu заключается в том, что устанавливается соотношение между энергией излучения и той энергией, которая необходима для преобразования в пар всей воды, которая находится в продукте. В соотношении (r – теплота фазового перехода, а ρ – плотность воды). Число Bu характеризует микро- и нанокинетику массопереноса бародиффузией [3, 5].

На сегодняшнее время имеются факты, объяснять которые можно только с позиций нанонаук (изменения и трансформации структуры вкусовых и ароматических комплексов продукта, стерилизация микроорганизмов при пониженных температурах и т.п.). Причина этих фактов общая – действие электромагнитного поля. [2...8]. Научные гипотезы подтверждены на практике. В условиях коньячного производства прошли испытания экстрактора с электромагнитным интенсификатором. В различных режимах эксплуатации интенсивность массопереноса возросла в десятки и тысячи раз. Дегустаторы отметили положительные структурные изменения в продукте, в первую очередь, ароматических компонентов. Появляется возможность на наномасштабном уровне строить букет коньячного спирта. В технологии кофе степень извлечения компонентов из зерен повышается на 15 %. Обеспечивается атмосферное давление в аппарате, температура процесса не выше 100 °С. Энергетические затраты снижаются на 50 %. Опытные образцы растворимого жидкого 60 % концентрата кофе «ЖИКО» имеют высокие вкусовые характеристики [5].

Механизмы бародиффузии способны существенно интенсифицировать процессы активации сырья и инактивации микроорганизмов [8]. Использование нанотехнологических подходов

позволило получить чистую воду с содержанием солей менее 4 мг/кг [9, 10], экологически чистый концентрат жидкого дыма [6], масла [11].

Результаты исследований. Методика экспериментального исследования заключалась в следующем. Целые и дробленые зерна помещали в стеклянную колбу и подвергали влиянию электромагнитного поля в течение 20 – 24 минут при разной мощности микроволнового поля. В процессе обработки температура реакционной массы повышалась до 68 – 70 °С [12]. Типичные кинетические зависимости процесса экстрагирования из растительного сырья (в данном случае зерна амаранта) представлены на рис. 1 и рис. 2.

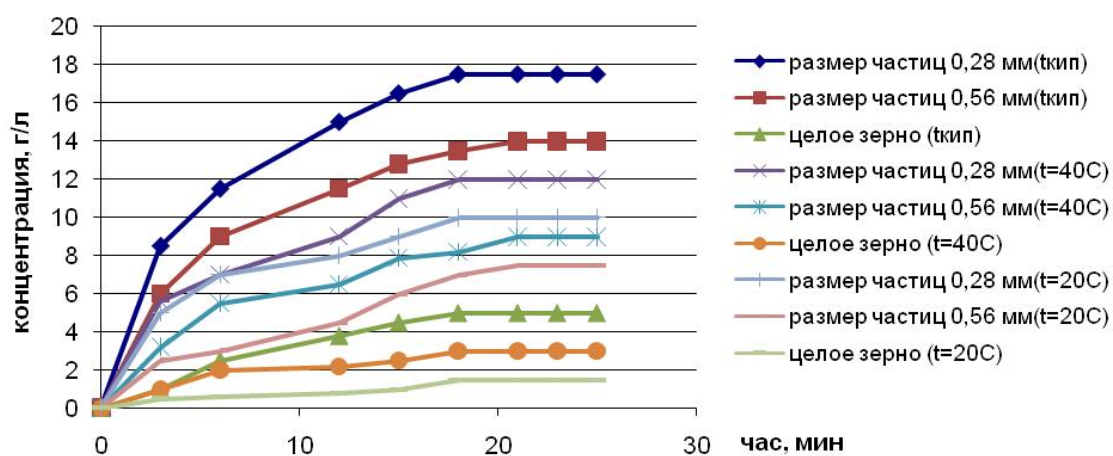


Рис. 1. Зависимость концентрации от времени при использовании растворителя – спирта.

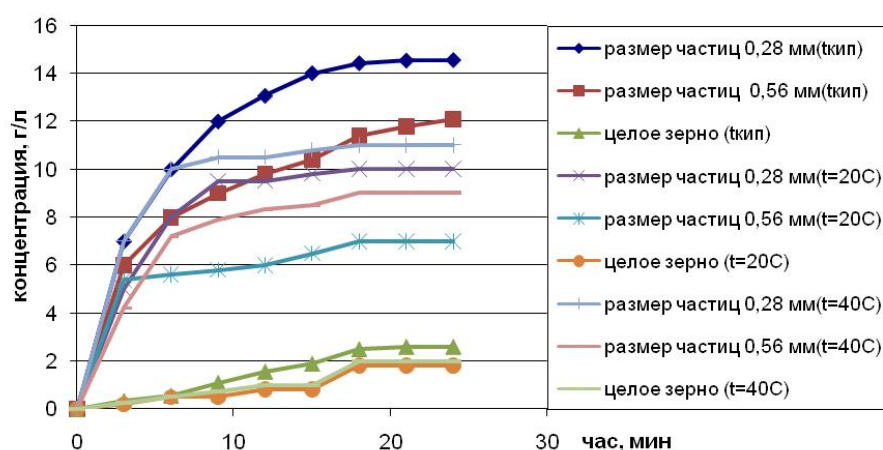


Рис. 2. Зависимость концентрации от времени при использовании растворителя – гексана.

Для активации молекул используют электромагнитное поле, которое приводит к движению частиц. Образующий слой частиц приводит к турбулизации потока и эффективному перемешиванию реакционной массы. Турбулизация потока и действие электромагнитного поля приводит к изменению коэффициента массопереноса и скорости процесса [13].

Организация микроволновой обработки в процессе движения потока во внешнем циркуляционном контуре гарантирует развитие бародиффузионных процессов во всем объеме сырья. Такое решение, выбор экологически безопасного экстрагента и режимных параметров (кратность циркуляции и размеры частиц твердой фазы) обеспечивают получение масел высокого качества из растительного сырья (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный выход масла

Масса образца, кг	1,2	2,7
Растворитель	спирт	гексан
Время экстрагирования, мин	16	12
Температура, °С	76	40
Выход масла, %	5,75	3,8

Достоинством бародиффузионных технологий есть то, что с их помощью улучшается выход из твердой фазы молекул и соединений. Именно это позволяет увеличить степень извлечения сквалена и токоферолов при производстве масла амаранта.

Таблица 2 – Сравнение показателей качества

Растворитель	Массовая доля сквалена, г/кг	Массовая доля токоферолов, мг/кг		
		А	β	δ
гексан	8,2	301	410	96
спирт	33,1	402	855	181

Из таблицы 2 видно, что при экстрагировании спиртом можно в четыре раза увеличить выход более ценного компонента – сквалена. Почти в два раза увеличился выход токоферолов. Полученные результаты доказывают высокую эффективность способа экстрагирования при использовании влияния микроволнового поля.

Вывод. В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что в сравнении с классическими технологиями интенсификации процесса тепломассопереноса использование МВ-технологий представляется реальным и очень перспективным.

На основании полученных данных видим, что за счет влияния электромагнитного поля можно получить больший процентный выход масла с более ценными компонентами, сократить длительность технологического процесса и интенсифицировать его, а также снизить затраты энергии.

Литература:

1. *Бурдо О.Г.* Энергетический мониторинг пищевых производств / О.Г. Бурдо // – Одесса: Полиграф – 2008 – С. 244.
2. *Burdo O.G.* Heat pipes, heat pumps, refrigerators, power sources [Text] / O.G.Burdo, V.N. Bandura, I.I. Yarovoy, N.V. Ruzhitskaya. // Proceedings of the VIII Minsk International Seminar Held in Minsk, Belarus, 12 – 15September 2011. – Vol. 1 – p. 155 – 161.
3. *Бурдо О.Г.* Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях / О.Г. Бурдо // Инженерно-физический журнал. Минск – т.78 – № 1 – 2005. – С.88 – 93.
4. *Бурдо О.Г.* Мікро – і нанотехнології – новий напрямок в АПК / О.Г. Бурдо // Наукові праці. – Випуск 29 – Одеса: Одеська національна академія харчових технологій – 2006 – С. 3 – 9.
5. *Бурдо О.Г.* Экстрагирование в системе «кофе – вода» / О.Г. Бурдо, Г.М. Ряшко // Одесса – 2007 – С. 176.
6. *Бурдо О.Г.* Энергетическая эффективность пищевых нанотехнологий / О.Г. Бурдо, О.Б. Рибіна, А.С. Сталімбовская // Інтегровані технології та енергозбереження – Харьков: НТУ „ХПІ” 2006.– № 2.
7. *Бурдо О.Г.* Нанотехнологии. Флагманские, перспективные и фундаментальные проекты в АПК / О.Г. Бурдо // Наук. праці Од. націон. акад. харчових технологій. – Одеса: 2006. – Вип. 28, Т2. – с. 242 – 251.
8. *Бурдо О.Г.* Процессы инактивации микроорганизмов в микроволновом поле / О.Г. Бурдо, О.Б. Рыбина // – Одесса: Полиграф – 2010 – С.200.
9. *Burdo O.G.* Intensification of processes of low-temperature separation of food solutions [Text] / O.G. Burdo, E.A. Kovalenko, D.A. Kharenko // Applied Thermal Engineering, № 28 2008. – p. 311 – 316.
10. *Бурдо О.Г.* Техника блочного вымораживания / О.Г. Бурдо, С.И. Милинчук, В.П. Мордынский, Д.А. Харенко // – Одесса: Полиграф, 2011 – С. 294.
11. *Бурдо О.Г.* Энергетическая стратегия развития агропромышленного комплекса в условиях кризиса / О.Г. Бурдо, С.М. Буйвол В.Н. Бандура // – Probleme energeticii regionale – Молдова – № 1(9) 2009 – с. 7 – 12.

12. *Бурдо, О.Г.* Екстрагування олії з насіння амаранту та ріпака / О.Г. Бурдо, С.М. Буйвол, В.М. Бандура, П.І. Светлічний // Збірник наукових праць ОНАХТ – 2009. – Вип. 36 – Т. 1 – С. 302 – 307.

13. *Бурдо О.Г.* Кінетика екстрагування олії із рослинної сировини з використанням мікрохвильового поля / О.Г. Бурдо, С.М. Буйвол, В.М. Бандура // Збірник статей «Новітні тенденції у харчових технологіях та якість та безпечність продуктів» – Львів – 2012 – С. 29 – 33.

БАРОДИФУЗІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Капетула С.М., Бурдо О.Г.

Анотація – у статі розглянуто напрямки розвитку харчових нанотехнологій. Наведений аналіз механізмів нових комбінованих процесів переносу на основі хвильових бародифузійних технологій. Розглянуті енергетичні аспекти використання таких технологій при екстрагуванні. Наведені приклади практичного використання хвильових бародифузійних технологій при виробництві олії.

BARODIFFUSION TECHNOLOGIES FOR PROCESSING PLANT RAW MATERIALS

S. Kapetula, O. Burdo

Summary

The food nanotechnologies development directions have been considered in the paper. The analysis of new combined wave barodiffusion technologies based transport process mechanisms has been given. Energy aspects of using there technologies in extraction have been considered. The example of ware and barodiffusion technologies practical use in oil have been provided.