

розвитку методу розпиловальної сушки, так як відкрив можливість використання теплоносіїв з більш високою температурою без небезпеки перегріву та пригорання найдрібніших часточок.

Література

1. Пажи Д.Г., Галустов В.С., Основы техники распыливания жидкостей., Москва: Химия, 1984.
2. Сушки распылительные. Типы, основные параметр и размеры. ГОСТ 18906-80 М. Изд-во стандартов, 1980 9с.
3. Ликов М.В., Сушка распылением, Москва: Пищепромиздат, 1975г., 321с.

УДК 663.938.4.061.3:537-962

КИНЕТИКА ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ В МИКРОВОЛНОВОМ ПОЛЕ

Терзиев С.Г. к.т.н., Макневская Т.Л. аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий

Процесс экстрагирования в системе с твердой фазой нашел довольно широкое распространение в микробиологической, фармацевтической и нефтехимической отраслях промышленности. Особое место он занимает в пищевой промышленности, при получении растворимого кофе. В работе показано, как за счет влияния электромагнитного поля при экстракции можно получить больший процентный выход водорастворимых компонентов из зерен кофе, сократить длительность технологического процесса и интенсифицировать его, а также снизить затраты энергии.

The process of extraction in the system with the solid phase has found fairly widespread in the microbiological, pharmaceutical and petrochemical industries. Special place it occupies in the food industry, in obtaining instant coffee. The paper shows how due to the influence of the electromagnetic field in the extraction you can get a bigger percentage yield of water-soluble components of coffee beans, reduce the duration of the process and intensify it, as well as reduce energy costs.

Ключевые слова: экстрагирование, интенсификация, массообмен, диффузия.

Вступление. Пищевые, химические и фармацевтические производства используют традиционную технологию экстракции растительного и животного сырья, которое основано на массопереносе – диффузии. Так, процесс экстрагирования стал основным при производстве сахара, растительных и эфирных масел, жира, ферментов, крахмала, пива, соков, желатина, растворимых цикория, чая, кофе и многих других продуктов.

Особо важное значение этот процесс имеет при получении растворимого кофе.

Измельченный кофе, подвергаемый экстрагированию, представляет собой систему твердое тело – жидкость. Экстракция в такой системе проходит четыре стадии: проникновение растворителя в поры частиц растительного сырья; растворение целевого компонента или компонентов в экстракторе; перенос экстрагируемых веществ из частицы растительного сырья к поверхности раздела фаз; перенос экстрагируемого вещества в жидкой фазе от поверхности раздела и распределения по массе экстрагента.

Экстрагирование водорастворимых веществ из гранулированного обжаренного кофе заключается в переходе в водный раствор растворимых его компонентов. Химический состав нелетучих веществ кофейного экстракта приведен в табл. 1.

Современные способы интенсифицирования процесса экстрагирования. В настоящее время для экстрагирования кофе в промышленных условиях, в основном, применяют способ батарейной диффузии. Большое распространение он нашел за рубежом.

Эффективность экстракции вещества зависит прежде всего от растворимости и скорости перехода из одной фазы в другую. Скорость перехода вещества из твердой фазы можно увеличивать, повышая температуру растворителя.

Интенсификация процесса осуществляется разными физико-химическими методами, в частности, дроблением сырья, влиянием электротока, ультразвука, вибрации, обработкой ферментными препаратами, действием высоких и низких температур. В последнее время растет интерес к методам, при которых интенсификация процесса достигается за счет использования электроимпульсных технологий, к которым можно отнести ударную волну, ультразвук, электромагнитное поле и др.

Изучение возможности использования электромагнитного излучения при экстрагировании кофейных зерен является перспективным направлением, поскольку его применение разрешит не только повысить эффективность процесса, уменьшить массообменные характеристики оборудования и снизить величину затрат электрической энергии, но и улучшить качество получаемого продукта за счет инактивации окислительных ферментов внутри растительных тканей, уменьшение количества микрофлоры.

Таблица 1 – Химический состав нелетучих веществ кофейного экстракта

№ п/п	Основные компоненты	Содержание в % к массе абсолютно сухого экстракта по данным	
		К.Э.Облавацкой [1]	А.Сверчинского Э.Пазолы [2]
1	Кофеин	3,5	4,8
2	Таннины или хлорогеновая кислота	20 - 30	16,0
3	Минеральные соли	15 - 20	12,0
4	Углеводы	30 - 40	-
5	Белки	15 - 20	-
6	Эфирные масла	0,001- 1	-
7	Вода	1- 3	2,0
8	Витамины	следы	следы
9	Сахар	-	12,0
10	Тригонелин	-	4,9

Для интенсификации процесса экстрагирования традиционные технологии имеют три подхода:

максимальный контакт поверхности сырья с экстрагентом за счет механического измельчения сырья;

— упорядочивание концентрации за счет эффективного перемешивания;

— ускорение процессов диффузии за счет повышения температуры процесса экстрагирования.

Целесообразность двух первых подходов очевидна, они практически легко реализуются, а третий – вызывает осложнение, поскольку температура приводит, с одной стороны, к интенсификации процесса диффузии, а из другой – долговременное тепловое действие.

Постановка задач исследований.

В работе поставлена задача изучения условий фазовых равновесий, которая включает: определение равновесных концентраций водорастворимых компонентов в кофейном зерне в зависимости от:

– температуры экстрагента;

– условий подвода энергии.

А также определить влияние дисперсности сырья, гидромодуля, гидродинамики процесса, типа и мощности энергетического действия на кинетику процесса экстрагирования.

Методика исследований. Выходя из общих положений теории экстрагирования в системе «твердое тело – жидкость», для того, чтобы ускорить экстракцию, необходимо увеличить движущую силу процесса и уменьшить сопротивление его протекания. При постоянном значении размера частиц этого можно достигнуть регуляциям температуры процесса и соотношениям фаз, то есть гидромодулем. Однако, наиболее существенный результат ожидается при привлечении к переносу целевых компонентов мощного бародиффузионного потока из системы капилляров твердой фазы [3]. Поэтому главным заданием экспериментальных исследований было определить параметры МВ – обработки, при которых имеет место наибольший выход целевых компонентов. Предусматривается, что с помощью бародиффузии появится возможность максимально изъять из микрокапилляров сырья водорастворимые компоненты.

Использование МВ-нагрева позволило интенсифицировать процесс тепловой обработки сырья и экстрагирования стойких растворимых веществ водной среды. Позитивные результаты использования электромагнитного импульсного излучения было получено: при производстве пищевых красителей из свеклы, плодово-ягодного сырья, в схеме ускоренного дозревания коньячных спиртов, при исключении кедрового масла из семян сосны сибирской, в лабораторных условиях для ускорения исключения фунгицидов из древесного материала, при получении соевого масла, при исключении масел из листьев мяты, розмарина, чайного дерева и других растений, при экстрагировании никотина из табачного сырья [4].

Исследования проводились на двух экспериментальных установках: стенд №1 и стенд №2.

Стенд №1 состоит из термостата и емкости с измельченными кофейными зёрнами и экстрагентом, помещенной внутрь термостата. С помощью терморегулятора при проведении процесса экстрагирования обеспечивается термостатирование внутри рабочей емкости.

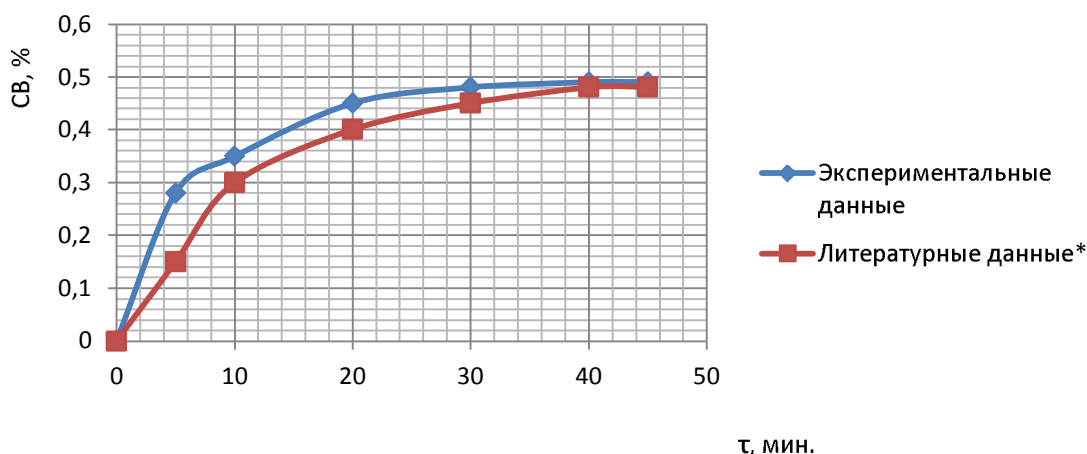
Основным элементом стенда №2 является камера, с магнетроном, который создает микроволновое поле. Стенд обеспечивает регулирование мощности микроволнового поля. В процессе опытов определяется температуры и концентрации экстрагента в начальный, и конечный момент времени, мощность излучения.

Общая характеристика приведенных графиков опытов представлена в табл. 2.

Показан график по извлечению экстрактивных веществ из кофейных зёрен методом традиционного обогрева в термощкафу при постоянной температуре 60 °С, данные экспериментального исследования серии №10 таблицы 2 (рис. 1).

Таблица 2 – Характеристика экспериментальных исследований по фазовым равновесиям

№ серии	Установка		Кофе		Экстракт	
	Тип	Мощность, Вт	Размер зёрен, мм	Вес, г	Объем, мл	Температура, °С
10	Стенд №1	0	1,5-2	2	40	60
11	Стенд №1	0	0,45	4	25	85
12	Стенд №1	0	0,6-0,7	4	25	85
13	Стенд №1	0	1,5	4	25	85
14	Стенд №2	127	1,5-2	2	40	60



* - *Моделювання масопереносу при екстрагуванні із зёрен кави / О.Г. Бурдо, Г.М. Ряшко, П.І. Светлічний // Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. зб. наук. пр. вип. 13, т. 1 / Голов. ред. О.О. Шубін, 2005. – Донецьк: ДонДУЕТ. – С. 23- 29.*

Рис. 1 – Опыт по извлечению экстрактивных веществ из кофейных зёрен методом традиционного обогрева в термощкафу при постоянной температуре 60 °С

Таким образом при сравнении данных кривых можно сделать вывод - результаты опыта полученные нами близки с имеющимися в научной литературе, что подтверждает правильность нашей методики проведения опытов.

Опыт по кинетике процесса экстрагирования водорастворимых веществ из кофе, данные экспериментальных исследований серии №11, 12, 13 таблицы 2 (рис. 2). При анализе кривых следует, что с увеличением диаметра частиц зёрен кофе время выхода водорастворимых веществ в раствор увеличивается. И выход водорастворимых веществ возрастает с уменьшением среднего размера частиц при любом режиме экстрагирования.

Измельчение твердых частиц приводит к увеличению поверхности контакта фаз, уменьшения внутреннего диффузионного сопротивления и таким образом ускорения процесса экстрагирования. Вместе с тем с ростом степени измельчения уменьшается пористость слоя частиц, ухудшается гидродинамическая обстановка в аппарате, повышается взаимная блокировка поверхностей частиц, растут затраты на изме-

льчение и осложняется разделением жидкой и твердой фаз после завершения экстрагирования. Поэтому излишне высокая дисперсность материала может привести к уменьшению скорости процесса и ухудшения его технико-экономических показателей.

Видно, что электромагнитное поле на порядок сокращает время экстрагирования и вдвое повышает выход целевых компонентов. Именно влияние микроволнового поля дает возможность повысить концентрацию сухих веществ в экстракте кофе.

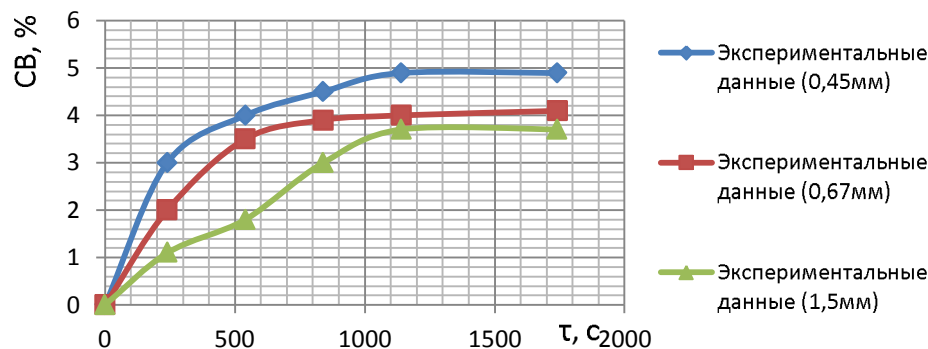


Рис. 2 – График по извлечению экстрактивных веществ из кофейных зерен при различной дисперсности сырья

Вывод

Проведенные эксперименты дают возможность утверждать, что получения экстрактов из зерен кофе с помощью микроволновой энергии имеют большую перспективу. Применение процессов в микроволновом поле позволяет значительно интенсифицировать технологические процессы пищевых продуктов, повышать качество продукта и снижать затраты энергии.

Литература

1. Облавацкая К.Э. Растворимый кофе. – В сб. научно-исследовательских работ кооперативных институтов по вопросам товароведения и оргтехники, М., 1963, с. 127 – 132.
2. Пазола З., Сверчинский А. О производстве порошка экстракта кофе в Польше. – Консервная и овощесушильная промышленность, 1959, № 9, с. 39 – 41.
3. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе вода». Одесса, 2007. – 176 с.
4. Моделювання масопереносу при екстрагуванні із зерен кави / О.Г. Бурдо, Г.М. Ряшко, П.І. Светлічний // Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. зб. наук. пр. вип. 13, т. 1 / Голов. ред. О.О. Шубін, 2005. – Донецьк: ДонДУЕТ. – С. 23- 29.