

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІННОВАЦІЙНІ  
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**



**ОДЕСА**  
2017

Публікуються доповіді, представлені на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні енерготехнології» (4 – 8 вересня 2017 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

доктор техн. наук, професор

О.Г. Бурдо

Ю.О. Левтринська

Е.Ю. Ананійчук

О.В. Катасонов

## МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

- Єгоров**  
*Богдан Вікторович* - голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
- Бурдо**  
*Олег Григорович* - вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
- Атаманюк**  
*Володимир Михайлович* – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
- Васильєв**  
*Леонард Леонідович* – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н, професор
- Гавва**  
*Олександр Миколайович* – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Гумницький**  
*Ярослав Михайлович* – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
- Долинський**  
*Анатолій Андрійович* –Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАНУ
- Зав’ялов**  
*Владимир Леонідович* – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Керш**  
*Владимир Яковлевич* – Одеська державна академія будівництва та архітектури, д.т.н., професор
- Колтун**  
*Павло Семенович* – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
- Корнієнко**  
*Ярослав Микитович* – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Малежик**  
*Іван Федорович* – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Михайлов**  
*Валерій Михайлович* – Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н, професор
- Паламарчук**  
*Ігор Павлович* – Вінницький національний аграрний університет, д.т.н., професор
- Снежкін**  
*Юрій Федорович* –Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., член-кор. НАНУ
- Сорока**  
*Петро Гнатович* – Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
- Тасімов**  
*Юрій Миколайович* – Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
- Товажнянський**  
*Леонід Леонідович* – Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Ткаченко**  
*Станіслав Йосифович* – Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
- Ульєв**  
*Леонід Михайлович* – Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Черевко**  
*Олександр Іванович* – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н, професор
- Шит**  
*Михайл Львович* – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

3. Иваницкий. Г. К., Корчинский А. А., Матюшкин М. В. Математическое моделирование процессов в пульсационном диспергаторе ударного типа. – Пром. теплотехника. – 2003.–Т. 25, № 1. – С. 29 – 34.
4. Вітенько Т. М. Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних і біологічних процесах. – Тернопіль: Видавн. Терноп. держ. техн. ун-ту ім. І. Пулюя, 2009. – 220 с.
5. Долинский А. А., Иваницкий Г. К. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. – К.: Наукова думка, 2008. – 381 с.
6. P. R. Gogate, S. Mededovic-Thagard, D. McGuire, G. Chapas, J. Blackmon, R. Cathey, Hybrid reactor based on combined cavitation and ozonation: from concept to practical reality, Ultrason. Sonochem. 21 (2014) 590–598.
7. Shahin Roohinejad, Mohamed Koubaa, Francisco J. Barba, Ralf Greiner, Vibeke Orlien, Nikolai I. Lebovka Negative pressure cavitation extraction: A novel method for extraction of food bioactive compounds from plant materials Review Article Trends in Food Science & Technology, Volume 52, June 2016, Pages 98 – 108.
8. Накорчевский А. И., Басок Б. И. Гидродинамика и тепломассоперенос в гетерогенных системах и пульсирующих потоках. – К.: Наук. думка, 2001. – 345 с.
9. Басок Б. И., Новицкая М. П., Чайка А. И. Гидродинамика и теплообмен при пневмопульсационном воздействии на жидкие системы. – К.: Калита, 2014. – 140 с.

УДК 663.918.23

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МАКЕТА МИКРОВОЛНОВОГО ПРОТИВОТОЧНОГО ЭКСТРАКТОРА КОФЕ

Левтринська Ю.О., аспірант, Терзиев С.Г., д.т.н., доцент  
Одеська національна академія пищевых технологий, г. Одесса

## PRODUCTION TESTING OF MICROWAVE CURENT FLOW COFFEE EXTRACTOR MODEL

Levtrinska Yu.O., graduate student, Terziev S.G., doctor of technical sciences,  
associate professor  
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa

*Аннотация:* Микроволновый противоточный экстрактор – аппарат в котором организуется режим противоточного движения твердой фазы и экстрагента, что способствует более полному извлечению экстрактивных веществ из сырья в экстракт. На основе анализа полученных данных выбран режим работы для запуска экстрактора для производственных испытаний. Проведена апробация микроволнового противоточного экстрактора при получении концентрированного кофейного экстракта. Исследована зависимость степени загрузки экстрактора продуктом и концентрации экстракта на выходе из аппарата. Изучена степень влияния слоя продукта в массообменных модулях и количества кассет. Верность гипотезы, согласно которой на выходе из экстрактора возможно получить кофейный концентрат с содержанием сухих веществ выше 50 %, подтверждается результатами экспериментальных исследований. Проведено прогнозирование, определяющее потенциал данного экстрактора. На основе результатов испытаний возможна дальнейшая оптимизация конструктивных параметров экстрактора для последующей разработки аппарата высокой производительности для нужд производства

**Abstract:** The microwave counter-flow extractor is a device in which one the anti-precise motion of the solid phase (ground coffee grains) and the extractant (prepared water) is organized, which facilitates a more complete extraction of the extractable substances from the raw material into the extract. The basis for selecting the operating and technological parameters of the extractor operation, such as the extractor consumption, the power of the microwave generators, the degree of mass-exchange modules raw material loading, the equivalent diameter

of the raw material particles, the study of each of the parameters on one mass exchanger extractor unit with the fixed product layer and continuous movement of the extractant. Based on the analysis of the obtained data, the operating mode was selected for starting the extractor for production tests. The degree of influence of the product layer in mass-exchange modules (cassettes) and the number of cassettes was studied. The validity of the hypothesis, according to which at the output of the extractor, it is possible to obtain a coffee concentrate with a solids content of more than 50...60 %, is confirmed by the results of experimental studies. Provided a prediction that determines the potential of this extractor. Based on the test results, further optimization of the design parameters of the extractor is possible for the subsequent development of a high-performance apparatus for production needs. It is planned to provide extractors of similar design in production.

**Ключевые слова:** экстрагирование, волновые технологии, массообмен, микроволновый экстрактор, кофепродукты, пищекопцентраты.

**Key words:** extraction, wave technologies, mass transfer, microwave extractor, coffee products, food concentrates.

**Введение.** Растворимый кофе – простой в приготовлении напиток, который обладает тонизирующими свойствами и является природным, легальным стимулятором. Сырье для получения растворимого кофе – кофейные зерна, или бобы, плоды кофейного дерева, которое выращивается исключительно в жарких экваториальных странах, к которым Украина не относится. Высокая стоимость сырья обуславливает потребность его максимально эффективного использования при переработке.

Для производства экстрактов кофе на отечественных предприятиях используются, в основном, устаревшие технологии. Возможны два пути развития оборудования для экстрагирования: эволюционный и инновационный. В первом случае повышение качества продукции и энергоэффективности достигается путем развития уже существующих аппаратов, оптимизации их работы, применения более совершенных систем регулирования. Однако, резерв повышения эффективности у таких методов невелик. При разработке инновационного оборудования идет поиск принципиально новых подходов к организации процесса, например, другие способы физического или химического воздействия на продукт: ультразвук, сверхнизкие температуры и принципиально новые экстрагенты, инфракрасное и микроволновое излучение.

В Одесской национальной академии пищевых технологий активно развивается направление волновых технологий, к которым относится микроволновое экстрагирование. Данные технологии заложены в основу настоящего исследования.

**Формулировка задачи и анализ литературных источников.** В производстве кофепродуктов на украинских предприятиях для экстрагирования в настоящее время преимущественно применяются баротермические технологии (традиционные), такие как метод батарейной экстракции. В таких агрегатах экстрагирование осуществляется при повышенном давлении и температурах близких к 180 °С. В таких условиях достигается гидролиз целлюлозы и из дробленого кофейного сырья извлекается максимальное количество экстрактивных компонентов.

Вышеперечисленные особенности ведения процесса сопряжены с рядом вытекающих недостатков традиционных экстракторов. Во-первых, баротермические экстракторы металлоемки и конструктивно сложны, вмешательство в процесс после загрузки, либо простые методы интенсификации с помощью перемешивания невозможны при данных условиях. Во-вторых, из-за воздействия высоких температур ухудшается вкус продукта, кроме того неразрешенной остается проблема доизвлечения экстрактивных веществ из шлама. Общая концентрация экстрактивных веществ в кофейном шламе нередко превышает 4...5 % [1]. В зависимости от сорта кофе максимальное содержание экстрактивных водорастворимых сухих веществ (с.в.), которые возможно извлечь, колеблется от 25 % (высший сорт арабики) до 35 % (сорта робуста и либерика). Также, в зависимости от сорта может немного варьироваться химический состав сырья, так например в высших сортах арабики больше кофейного масла и ароматических веществ, а в робусте – хлорогеновой кислоты и танинов, что обуславливает отличия во вкусе готового напитка [2].

В ряде исследований в области экстрагирования из растительного сырья подтверждается эффективность использования микроволнового подвода энергии. Положительный эффект достигается при использовании экстрагентов, состоящих из полярных молекул, например воды или спирта [3]. Исследователями получен максимальный выход экстрактивных веществ при низких температурах без ущерба для термолабильных и легколетучих веществ [4]. Технологии микроволнового экстрагирования используются при обработке лекарственных трав [5], виноградных косточек [6], эвкалипта [7], кофе [8] и корня цикория [9]. Разработанные экстракторы представляют собой исследовательские установки небольшой производительностью и предназначены для обработки образцов объемом в среднем до 100 мл.

Описания действующих образцов с высокой производительностью, предназначенных для условий производства, в открытых источниках информации не найдено. В основу данного исследования положены научные положения, согласно которым реализация последовательных стадий: промывка истощенных кофейных зерен исходным экстрагентом, истощение целевых компонентов из капиллярных структур зерен и укрепления экстракта позволит создать эффективный противоточный аппарат.

Второе научное положение утверждает, что использование в истощающей и укрепляющей зонах экстрактора подведения микроволновой энергии позволит инициировать мощный бародиффузионный поток целевых компонентов из объема сырья, что позволит при температурах процесса до 100 °С обеспечить практически полное извлечение целевых компонентов, снизить энергоемкость аппарата, повысить его производительность, обеспечить непрерывность технологии экстрагирования и повысить качество готового продукта. Для подтверждения этих гипотез необходимо проведение производственных испытаний экстрактора.

**Материалы и методы исследования.** Для эффективной эксплуатации и настройки режимов работы микроволнового противоточного экстрактора мало проведения эксперимента с одним массообменным модулем. При обратном движении экстрагента и экстрактанта имеет место сложная комбинация массообменных и гидродинамических процессов, образуются различные зоны влияния микроволнового поля, которые позволяют повысить эффективность работы аппарата.

Сырьем для экстрагирования был молотый кофе арабика первого сорта с дисперсным составом 3 ... 0,63 мм (> 3 мм – 5,4 %, 3,0 ... 2,5 – 13,8 %, 2 ... 2,5 – 21,8 %; 1 ... 2 – 52,2 %; 0,8 ... 1 – 6,38 %; 0,63 ... 0,8 – 0,24 %). Экстрагирование осуществлялось подготовленной водой. При получении экспериментальных данных использовались современные приборы, позволяющие получать результаты оперативно и точно. Для определения температур использовались пирометр излучения и тепловизор, для получения информации о концентрации экстракта применялся цифровой рефрактометр.

Экспериментальные исследования проводились на аппарате непрерывного действия, предназначенном для системы «твердое тело – жидкость», состоит из вертикального корпуса с устройствами ввода и вывода фаз, сборника экстракта и генераторов импульсной микроволновой энергии. Аппарат отличается тем, что его корпус выполнен из каскада стальных резонаторных камер оснащенных магнетронами. Камеры соединены между собой шлюзовыми каналами, через которые с помощью домкрата перемещаются кассеты с сырьем. Конструкция кассет предназначена для осуществления противоточного движения через них экстрагента. В крышке каждой кассеты имеется отверстие, в которое вводится патрубок верхней кассеты.

Патрубок размещен на дне кассеты в противоположно отверстию. В каждой кассете исееется сетчатый фильтр перед входом патрубка. Вся конструкция выполнена из радиопрозрачного материала. Экстрагент подается через трубку в верхнюю кассету блока. Выходной патрубок последней кассеты блока соединяется с приемником экстракта, в котором накапливается готовый продукт. Камеры оснащены панелями управления, с помощью которых можно задавать мощность и время обработки, параметры отображаются на дисплее, встроенном в панель. В экстракторе предусмотрено регулирование расхода экстрагента и скорости движения кассет с продуктом.

**Результаты исследований.** При старте эксперимента в нижней камере был установлен блок из 4 кассет. Каждые две минуты добавлялась одна кассета с продуктом. Расход экстрагента составлял 7,2 кг / ч. В первом опыте серии исследований отработан первый цикл работы микроволнового противоточного экстрактора (МВПЭ). В кассеты было загружено 50 г молотого кофе и исследована кинетика экстрагирования, путем отбора проб экстракта на выходе из аппарата и определения его концентрации (рис.1).

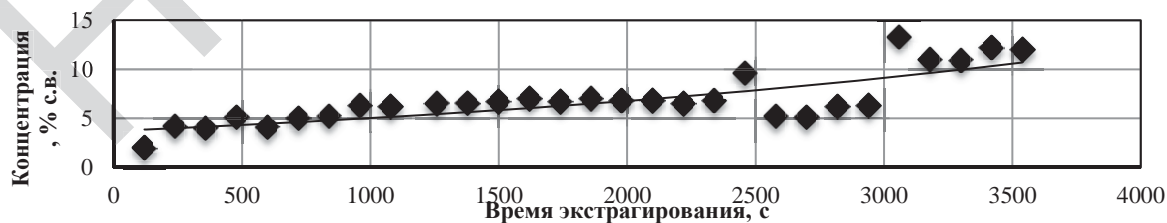


Рис. 1. Изменение концентрации экстракта на выходе из МВПЭ при загрузке кассет 50 г продукта.

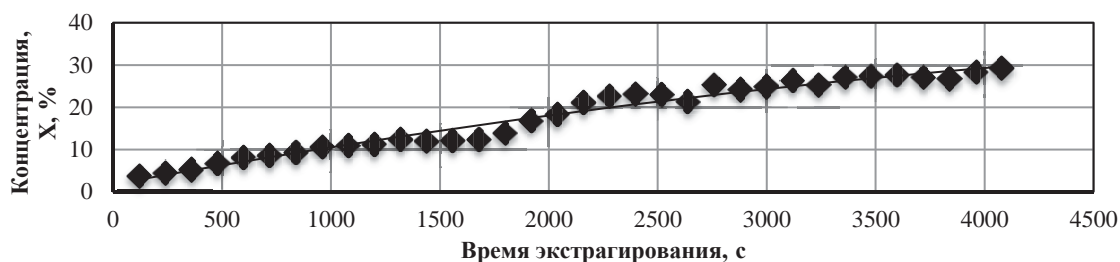


Рис. 2. Изменение концентрации экстракта на выходе из МВПЭ при загрузке касет 100 г продукта.

На выходе из экстрактора после полной загрузки экстрактора по высоте был получен экстракт кофе и относительной концентрацией сухих веществ 15 %. Вторым этапом исследования было увеличение загрузки касет до 100 г, остальные параметры были фиксированы. При планировании эксперимента предполагалось, что концентрация вырастет прямопропорционально загрузке касет, то есть – в 2 раза. При проведении эксперимента был получен результат, показанный на рисунке 2.

Экспериментальные исследования подтвердили верность гипотезы, относительно влияния загрузки кассеты на концентрацию экстракта. На выходе был получен экстракт с концентрацией сухих веществ 29 %. Согласно результатам испытаний был разработан прогнозный график, представленный на рисунке 3. Согласно прогнозу, при увеличении загрузки до 300 г возможно получить жидкий концентрат кофе с содержание сухих водорастворимых веществ 50...60 %.

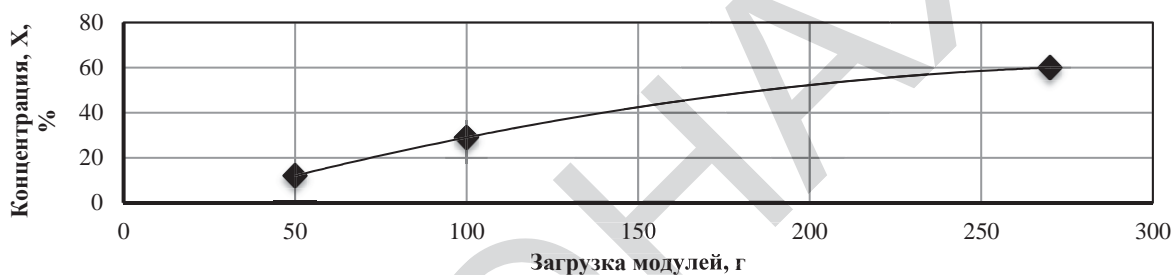


Рис. 3. График с прогнозированием результата для различной загрузки касет

Прогнозируемая характеристика нелинейная, так как на более ранних этапах проводилась оценка влияния различных режимных параметров на процесс экстрагирования, в том числе – уровня продукта в касетах (рис. 4). Полученные характеристики указывают на то, что с увеличением толщины слоя в касетах эффективность извлечения из сырья несколько снижается.

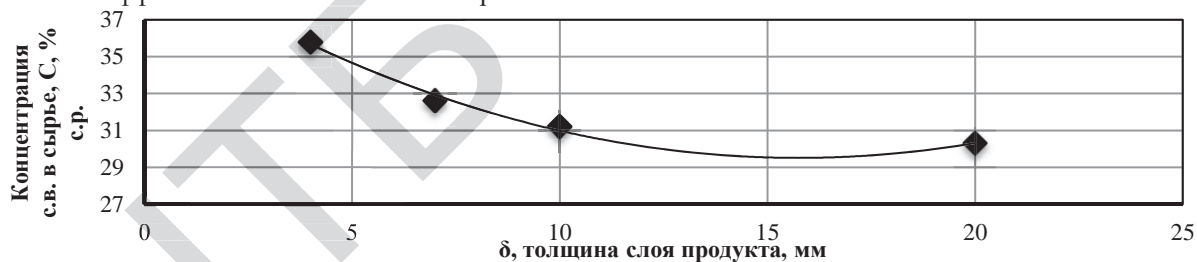


Рис.4. Влияние толщины слоя продукта на содержание экстрактивных веществ в зернах кофе.

По завершению прохождения кассеты по всей высоте микроволнового экстрактора была проведена оценка эффективности извлечения сухих веществ. Верхняя кассета блока, которая прошла по всей высоте экстрактора была удалена, а шлам проверен на содержание сухих веществ по стандартной методике.

Отобраные 100 грамм влажного шлама, влагосодержание которого составляло 84,6% были помещены в маборторный микровый экстрактор с обратным холодильником и в неподвижном слое из шлама доизвлекались компоненты. Эксперимент проводился до тех пор, пока экстракт приобретал окраску заметную невооруженным глазом. На рисунке 5 представлены результаты доизвлечения сухих веществ из шлама, полученного после прохождения кассеты по высоте микроволнового экстрактора.

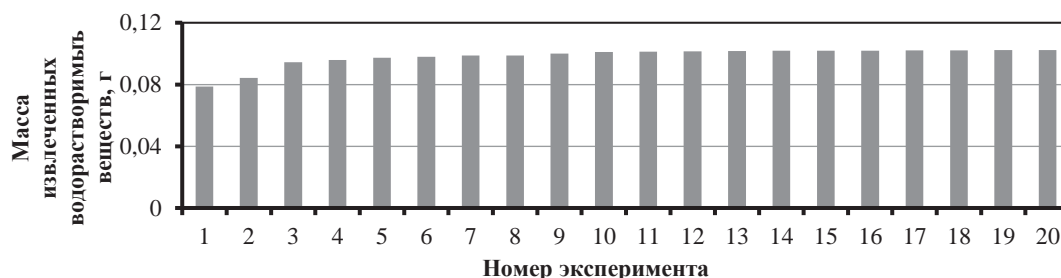


Рис. 5. Процесс доизвлечения сухих веществ из кофейного шлама

Согласно результатам эксперимента, в шламе оставалось 0,65 % экстрактивных веществ, что хорошо согласуется с целью, поставленной в исследовании. Можно говорить о том, что данная технология и аппарат ресурсоэффективны и позволяют повысить резервы использования сырья. Полученный на выходе их экстрактор концентрат жидкого кофе с содержанием сухих веществ 50...60 % представляет собой современный аналог сухого растворимого кофе, при этом сохраняет пищевую ценность продукта и качество сравнимое с натуральным. Исключение этапа сушки позволит значительно повысить энергоэффективность.

**Выводы:** Проведение производственных испытаний подтверждает научные положения исследований. Микроволновый проточный экстрактор позволяет обрабатывать значительное количество продукта в отличии от образцов микроволновых экстракторов, разработанных в других исследованиях. В зависимости от загрузки массообменных модулей возможно получать на выходе из аппарата экстракт с концентрацией сухих веществ 20 ... 60 %. При прохождении по всей высоте микроволнового экстрактора кассеты с кофе из измельченных зерен удается извлечь почти все экстрактивные вещества. Данный аппарат можно отнести к энерго- и ресурсоэффективным.

#### Литература.

1. Процессы переработки кофейного шлама [Текст] / О.Г. Бурдо, С.Г. Терзиев, Н.В. Ружицкая, Т.Л. Макиевская– Киев: «ЭнтерПринт», 2014 – 228 с.
2. Revalorization of coffee by-products. Prebiotic, antimicrobial and antioxidant properties / A. Jimenez-Zamora, S. Pastoriza, J.A. Rufian-Henares // LWT - Food Science and Technology – Vol. 61 (2015), P. 12-18
3. Lebovka N. Enhancing Extraction Processes in the Food Industry / N. Lebovka E. Vorobiev, F. Chemat, by Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business, –2012 – 518 p.
4. F. Chemat, Microwave-assisted Extraction for Bioactive Compounds: Theory and Practice [Text] / F. Chemat, G. Cravotto, Food Engineering Series, 2013, 238 p.
5. Microwave assisted water extraction of plant compounds [Text] / N. Flyrez, E. Conde, H. Domínguez// Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 2015 Vol. 90, Is. 4 – P. 590-607
6. Optimization of microwave-assisted extraction of phenolic antioxidants from grape seeds (*Vitis vinifera*). / K. Krishnaswamy, V. Orsat, Y. Gariépy, K. Thangavel // Food and Bioprocess Technology. 2013, Vol. 6, P. 441–455
7. Microwave-assisted extraction of *Eucalyptus robusta* leaf for the optimal yield of total phenolic compounds [Text] / D.J. Bhuyan, Q.V. Vuong, A.C. Chalmers, I.A. van Altena, M.C. Bowyer, C.J. Scarlett// Industrial Crops and Products – Vol. 69 – 2015 – P.1–10
8. Microwave-assisted extraction of green coffee oil and quantification of diterpenes by HPLC / A. Tsukui, H.M. Santos Junior, S.S. Oigman, R.O.M.A. de Souza, H.R. Bizzo, C.M. Rezende // Food Chemistry 164 (2014) P. 266–271
9. Microwave-Assisted Extraction of Inulin from Chicory Roots Using Response Surface Methodology. [Text] / S. Tewari, K. Ramalakshmi, L. Methre, Mohan Rao LJ // J. Nutr. Food Sci.– 2015 – Vol.5, P 342–349

**ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

СПОСОБИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВОЛОГОВИДАЛЕННЯ ПРИ ЗНЕВОДНЕННІ ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ	
<b>Снежкін Ю.Ф., Гусарова О.В., Шапар Р.О.</b> .....	182
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ФИТОЭСТРОГЕННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОРОШКОВ	
<b>Петрова Ж. А., Слободянюк Е. С.</b> .....	186
СВЯЗЫВАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПРЕБИОТИЧЕСКИМИ ПОРОШКАМИ	
<b>Петрова Ж. О.</b> .....	192
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ	
<b>Гоженко Л. П., Коник А. В., Радченко Н. Л., Целень Б. Я., Недбайло А. Є.</b> .....	195
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МАКЕТА МИКРОВОЛНОВОГО ПРОТИВОТОЧНОГО ЭКСТРАКТОРА КОФЕ	
<b>Левтринська Ю.О., Терзиев С.Г.</b> .....	200
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕФЕКТИВ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ НА ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ	
<b>Авдєєва Л. Ю., Макаренко А. А.</b> .....	209
ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АЕРАЦІЙНО-ОКИСНЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ РОТОРНОГО ТИПУ НА ПРОЦЕС ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ	
<b>Ободович О.М., Сидоренко В. В.</b> .....	211
ВИКОРИСТАННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО БЛАНШУВАННЯ СИРОВИНИ В ПРОЦЕСІ ЕКСТРАГУВАННЯ	
<b>Чорний В. М., Прищепя Ю. Ю., Лапіна Н. В., Мисюра Т. Г., Попова Н. В.</b> .....	215
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАСТОЮВАННЯ ПЛОДІВ КИЗИЛУ	
<b>Степанчук М.С., Лапіна Н.В., Чорний В.М., Мисюра Т.Г., Попова Н.В.</b> .....	219
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАСТОЮВАННЯ ПЛОДІВ ЖУРАВЛИНИ	
<b>Бараловська О. В., Прищепя Ю. Ю., Чорний В. М., Мисюра Т. Г., Попова Н. В.</b> .....	223
КІНЕТИКА СУШІННЯ НАСІННЯ СОЛЯШНИКУ ТА СОЇ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ	
<b>Бандура В.М., Маренченко О. І., Пилипенко Є. О., Катасонов О. В.</b> .....	226
СУШАРКИ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ	
<b>Яровий І.І., Катасонов О.В.</b> .....	232
ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ ПИЩЕВЫХ РАСТВОРОВ	
<b>Зыков А.В., Резниченко Д.Н., Безбах И.В.</b> .....	242
БАЛАНСОВІ, ЕНЕРГЕТИЧНІ, КІНЕТИЧНІ ТА ФАЗОВІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ ВИМОРОЖУВАННЯ СОКІВ	
<b>Бурдо О.Г., Мординський В.П., Давар Ростами Пур</b> .....	244
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОНСТРУКТИВНОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНВЕСЕРНИХ ВІБРАЦІЙНИХ СУШАРОК ПРИ ОБРОБЦІ СИПКОЇ СИРОВИНИ	
<b>Паламарчук І. П.</b> .....	250
МАСООБМІН ПРИ ЕКСТРАГУВАННІ КАВИ АКТИВОВАНИМ ЕКСТРАГЕНТОМ	
<b>Вігенько Т.М., Городиський Н.І.</b> .....	254
БАЛАНСОВІ МОДЕЛІ ТА ФАЗОВІ РІВНОВАГИ ПРИ КРІОКОНЦЕНТРУВАННІ ГРАНАТОВОГО СОКУ	
<b>Бурдо А.К., Давар Ростами Пур, Стоянова О. М., Драгні О. І.</b> .....	260
МАШИНА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБЕЗВОЖИВАННЯ ПЕРА ПТИЦЬ	
<b>Всеволодов А.Н., Романов С.О.</b> .....	266
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ВАКУУМНАЯ СУШИЛКА	
<b>Бурдо О. Г., Мордынский В. П., Светличный П. И., Ананийчук Э. Ю.</b> .....	270
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ОДИНИЧНИХ КРАПЕЛЬ КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ ИГ-30 ЯК ОБ'ЄКТУ РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО СУШІННЯ	
<b>Шаркова Н. О., Турчина Т. Я., Жукотський Е. К., Декуша Г. В., Костянець Л. О.</b> .....	275
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОДОВОГО СЫРЬЯ	279