

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

XVII Міжнародної наукової конференції
**«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ І
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА
ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

3-8 вересня 2018 р.



**ОДЕСА
2018**

Публікуються доповіді, представлені на XVII Міжнародній науковій конференції «Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв» (3 – 8 вересня 2018 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
Кандидат техн. наук

О.Г. Бурдо
Ю.О. Левтринська

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

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

СЕКЦІЯ 1.

**ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ,
ТЕПЛОВИХ, МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ**

УДК 66.047.1:663.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА «БИФАЦИЛ» НА ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА

Переяславцева Е.А., канд.техн.наук
Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF THE BACTERIAL PREPARATION "БИФАЦИЛ" ON THE PECULIARITY OF THE SPRAY DRAINING PROCESS AND QUALITATIVE INDICATORS OF THE FINAL PRODUCT

E. Pereyaslavtseva, candidate of technical sciences
Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

Аннотация. Статья посвящается исследованию процесса распылительного обезвоживания биосуспензии бактериального препарата «Бифацил», который используется как лекарственное и профилактическое средство в медицине и ветеринарии.

При проведении исследований оценивалось влияние температурных условий сушки и композиционного состава препарата на выживаемость клеток и процент выхода продукта из распылительной камеры.

Экспериментальными исследованиями процесса распылительного обезвоживания биосуспензии бакпрепарата подтверждена возможность получения данного порошкового продукта с титром активности не менее 10^{10} КОЕ/г при использовании теплоносителя с параметрами: $T_{\text{вх}}=160\pm 5^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{вых}}=80\pm 5^{\circ}\text{C}$.

В статье приведен анализ влияния массового соотношения защитных компонентов по отношению к биомассе клеток в биосуспензии, а также различных компонентов защитной среды и их количества на процесс распылительной сушки и качественные характеристики сухого продукта.

Показано, что избыточное количество таких компонентов как желатин и сахар (20...30%) в составе защитной среды, при распылительной сушке приводит: к образованию балластных частиц, не содержащих клеток; появлению в порошке крупных пленок и агломератов этих компонентов; к значительным отложениям на стенках камеры. Эти факторы способствуют существенному снижению титра активности конечного продукта.

Исследования позволили определить температурные режимы сушки и массовое соотношение компонентов биосуспензии препарата «Бифацил» для получения его сухой формы высокого качества методом распылительного обезвоживания.

Annotation. This article is devoted to the research on spraying dehydration process of bio suspension of "Бифацил" bacterial preparation that is used as medicinal product and preventive remedy in medicine and veterinary.

During the research the following was evaluated: the influence of drying temperature conditions and preparation structural formula on cells survivability as well as the percent of product yield from the spray chamber.

Experimental study of spraying dehydration process of bacterial preparation bio suspension has proved the ability to get the given powder product with activity titer not less than 10^{10} CFU /g while using the heat carrier with the following parameters: $T_{\text{entry}}=160\pm 5^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{exit}}=80\pm 5^{\circ}\text{C}$.

The article provides the analysis of influence of protective components mass ratio in relation to cells biomass in bio suspension, as well as influence of different components of protective environment and their quantity on the process of spray drying and qualitative characteristics of dry product.

It is demonstrated that the excess quantity of such components as gelatin and sugar (20...30%) in the protective composition during spray drying leads to: formation of ballast particles that do not contain cells; emergence of large films in the powder and agglomerates of these components; significant sediments at the chamber walls. All these factors contribute to significant reduction of activity titer of the end product.

The studies allowed to determine the temperature regimes of drying and the mass ratio of the components of the biosuspension of the preparation "Бифацил" to obtain its dry form of high quality by the method of spray drying.

Ключевые слова: распылительная сушка, температурные режимы, биосуспензия, защитная среда, качество.

Keywords: spray drying, temperature regimes, biosuspension, protective environment, quality.

В настоящее время разработка и производство бактериальных препаратов различного функционального назначения является актуальной, т.к. существенно возросло их использование в медицине, ветеринарии, пищевой промышленности и сельском хозяйстве.

Наиболее приемлемой формой таких препаратов является сухая, т.к. обеспечивает более длительный срок хранения, удобна при дозировке и применении.

Для получения сухих форм бакпрепаратов используют различные методы сушки, в т.ч. и метод высокотемпературной распылительной сушки, который имеет ряд преимуществ. При существенно меньших затратах энергии, по сравнению с сублимационной сушкой, он обеспечивает: высокую интенсивность процесса; высокую производительность при непрерывном режиме работы; открывает пути стабилизации жизнестойкости бактериальных клеток в условиях длительного хранения.

Исследуемый бакпрепарат «Бифацил», получаемый ранее в сухой форме методом сублимационной сушки, относится к классу высоковлажных продуктов. Начальная концентрация сухих веществ биомассы составляет 3,5...5,0%. Введение в биомассу компонентов защитной среды, которые предохраняют клетку от негативного воздействия сушки и улучшают структурно-механические характеристики конечного порошкообразного продукта, повышает концентрацию сухих веществ суспензии перед сушкой до 9,0...16,6%.

Таким образом, высоковлажная биосуспензия содержит: бактериальные клетки, продукты их жизнедеятельности, остатки питательной среды, а также, компоненты защитной среды. Многокомпонентность продукта и определяет сложность технологии сушки.

Основным показателем качества порошкообразных бактериальных препаратов является количество жизнеспособных бактерий в 1 г сухого продукта (КОЕ/г). В данной работе этот показатель, характеризующий степень биологической активности высушенного продукта, будем обозначать термином "титр биологической активности" – ТБА. По требованиям, предъявляемым к сухой форме бактериальному препарату «Бифацил», этот показатель должен быть не ниже $2 \cdot 10^7$ КОЕ/г.

Первоначальный выбор температурных условий сушки основывался на проведенных ранее исследованиях кинетических закономерностей обезвоживания единичных капель бакпрепаратов, которые позволяют смоделировать процессы, происходящие в камере распылительной установки.

Биосуспензия препарата «Бифацил» содержит бактерии двух культур: *Lactobacterium acidophilus* и *Bifidobacterium adolescents*. Биомасса каждого штамма выращивалась отдельно и не отделялась от культуральной жидкости. Затем биомассы смешивались в соотношении 1:1, начальная концентрация сухих веществ композиции составляла 3,5%. Температура раствора при подаче в сушилку – 12°C; 20 °С. Процесс распылительного обезвоживания проводился на промышленной распылительной сушильной установке ЕВЗ-01-РЦ-1,2-09НК-21 с диаметром камеры: $D_k = 1,2$ м, и дисковым распылителем: $d_d = 0,078$ м; $n = 36000$ об/мин.

Было проведено несколько серий исследований, которые отличались: составом защитных сред, содержанием биомассы в биосуспензии, поступающей на сушку, а также температурными условиями распылительного обезвоживания.

В табл. 1 представлены результаты серий проведенных исследований.

I-серия

Питательная среда, в которой происходило накопление биомассы, состояла из следующих компонентов: сухое обезжиренное молоко (СОМ), лактоза, соль и агар-агар.

Защитная среда (ЗС) состояла из 3-х компонентов: СОМ, сахар, агар-агар. Такой состав ЗС использовался ранее при получении данного препарата в сухой форме методом сублимационной сушки. Компоненты по отдельности растворялись в воде, проходили термообработку и смешивались с биомассой путем механического перемешивания. Как видно из данных табл. 1, опыт №1, массовое соотношение компонентов в биосуспензии составляло: 13% клеточной биомассы и 87% компонентов защитной среды.

При проведении эксперимента в биосуспензии, поступающей на распылитель, обнаружены включения и было принято решение её отфильтровать (использовали сито с размерами ячеек 1 мм). После фильтрации на сите осталось некоторое количество пленок агар-агара. Несмотря на «мягкие» температурные режимы опыта (табл. 1, опыт №1), ТБА препарата «Бифацил» составил $1 \cdot 10^8$ КОЕ/г (ТБА препарата «Бифацил», ранее получаемого методом сублимации, составлял $1 \cdot 10^{10}$ КОЕ/г).

С помощью микроскопа МБИ ЗУ4.2 и цифрового фотоаппарата «Sony Cyber Shot SCS-160» были сделаны фотографии полученного порошка. Микроструктурный анализ порошка показывает, что компоненты защитной среды образуют вокруг клеток капсулу, предохраняющую их от влияния высоких температур. Но, вследствие несбалансированного количества компонентов ЗС, полученный порошок содержит большое число прозрачных частиц, не содержащих бактериальных клеток. Кроме того, в порошке присутствуют агломераты размером до 160 мкм (некоторые из них включают бактериальные клетки). По нашему мнению появление их в порошке может быть вызвано рядом причин (рис. 1).

Таблиця 1. - Результати проведення серій досліджень процесу распылительной сушки препарата «Бифацил» на установке EB3-01-PC-1,2-09HK-21

№ опыта	Соотношение компонентов суспензии,		C _о ^{сусп.} %	Условия сушки		ТБА		Доля свободного выхода порошка из-под циклона, %
	Состав	в об. % к с.в.		T _{вх} , °C	T _{вых} , °C	исходный КОЕ/см ³	порошок, КОЕ/г	
I-серия								
1	Биомасса СОМ Сахар Агар-агар	13 27 30 30	9,0	130±5	80±5	1·10 ¹⁰	1·10 ⁸	60,0
II-серия								
2	Биомасса СОМ Сахар Желатин	30 26 24 20	11,0	150±5	60±5	1·10 ¹⁰	1·10 ⁹	65,0
III-серия								
3	Биомасса СОМ Лактоза	48 26 26	14,0	160±5	60±5	1·10 ¹⁰	1·10 ⁸	65,0
IV-серия								
4	Биомасса СОМ Сахар Желатин	50 23 23 4	14,0	160±5	60±5	10 ¹⁰	10 ¹⁰	87,0
5	Биомасса СОМ Сахар Желатин	60 18 18 4	16,6	160±5	80±5	10 ¹⁰	10 ¹¹	92,0

Большое количество сахаров и биополимеров, используемых при приготовлении питательной среды, могло быть не переработано клетками при их культивировании. Затем, внесение данных компонентов и в защитную среду (в количестве 60% к сухим веществам биомассы), могло привести к их выпадению из-за перенасыщения суспензии. Также, при фильтрации биосуспензии на сите осталась часть тонких и пластичных пленок агар-агара.

Наличие таких агрегированных частиц и пленок в жидком продукте затрудняло его подачу на распыляющее устройство, способствовало отложениям в каналах распыляющего диска и трубопроводе, что приводит к дестабилизации работы сушилки. С другой стороны, в процессе сушки, такие крупные частицы отбрасываются на стенки камеры и под воздействием температуры размягчаются, оплавляются, образуют налет, на который оседают другие частицы.

Вследствие чего ухудшается эвакуация порошка из сушильной камеры, и он подвергается нежелательному термическому воздействию. Доля свободного выхода порошка из-под циклона составила 60%, остальной порошок осел на стенках распылительной камеры.

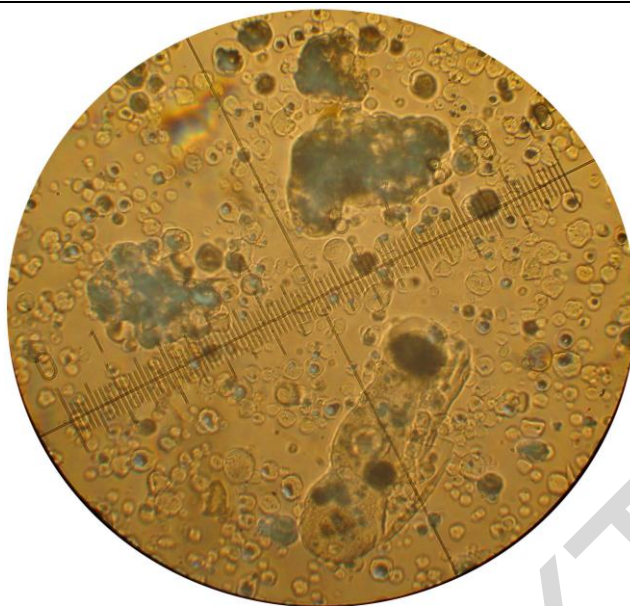


Рис.1. - Микрофото образца порошка препарата «Бифацил» I-серии, 1дел=4 мкм.

Было принято решение опробовать другие по составу и количеству защитные среды. Подбор компонентов проводился совместно с микробиологами.

II-серия

При подготовке биосуспензии этой серии, было решено исключить из состава питательной и защитной среды такой компонент как агар-агар. Вместо него в защитную среду ввели желатин. В питательную среду вводили только СОМ.

Увеличение содержания клеточной биомассы в биосуспензии с 13% до 30% и более скорректированный состав защитной среды позволил увеличить ТБА порошкообразного препарата – до $1 \cdot 10^9$ КОЕ/г. Доля свободного выхода порошка из-под циклона составила 65%, остальная часть порошка осела на стенки и была удалена после остановки сушилки (табл. 1, опыт №2).

Несмотря на снижение количества биополимера в составе ЗС, микрофотография образца порошка II-серии демонстрирует наличие значительных по размерам пленок желатины и агломератов (рис. 2).

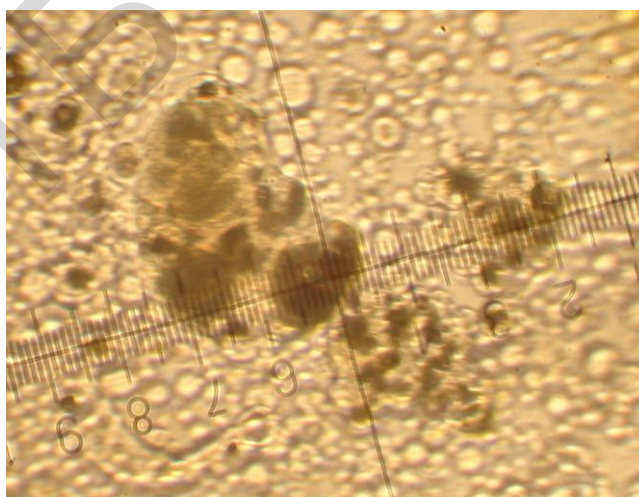


Рис. 2. - Микрофотография порошка биосуспензии «Бифацил», снятого со стенок сушильной камеры, 1дел=4 мкм.

III-серия

Для улучшения качественных характеристик порошка, было решено исключить желатину из состава защитной среды. Решено опробовать и другую углеводную составляющую ЗС - лактозу. Изменились температурные условия сушки. Как видно из данных табл.1, опыт №3, несмотря на увеличение процента

содержания в суспензии биомассы до 48%, ТБА полученного порошка снизился на порядок и составил – $1 \cdot 10^8$ КОЕ/г.

Защитные функции углеводов объясняются способностью образовывать водородные связи, которые ранее образовывали молекулы воды. Водородные связи с биополимерами должны максимально возможно соответствовать гексагональной структуре водных кластеров - по углам и расстояниям [1]. Данная серия опытов показала, что не все углеводы в одинаковой мере обладают этой способностью и у лактозы, очевидно, она ниже, чем у сахара. Кроме того, на снижение активности клеток данных штаммов, оказывает влияние отсутствие желатинины.

Проведенные три серии исследований позволили определить основные компоненты для биомассы данного препарата: СОМ, сахар, желатина, а также необходимость проведения специальной подготовки биосуспензии к процессу сушки, включающей процессы диспергации и гомогенизации.

Исследуемая жидкая система содержит различные по своим физико-химическим свойствам компоненты: бактериальные клетки, сахар, белок и биополимер (желатин). Процесс смешения на стандартном оборудовании – смеситель с перемешивающим устройством, которое вращается с частотой 15...20 об/мин, не может обеспечить однородную структуру многокомпонентной системы, что вызывает появление пленок желатинины в биосуспензии. Поэтому, для получения порошкообразных бакпрепаратов высокого качества, нами предложено проводить подготовку жидкой биосуспензии к процессу распылительной сушки с использованием роторно-пульсационного аппарата АР-3000, в котором процессы гомогенизации и диспергации осуществляются путем дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ) в многокомпонентную систему [2].

Анализ проб жидкого продукта после обработки на АР-3000, показал снижение титра активности биосуспензии. Биомасса данного препарата содержит культуры вегетативных клеток и активная гидродинамическая обработка приводит к повреждению их оболочек и гибели клеток.

Было принято решение подвергать обработке только многокомпонентную защитную среду, состоящую из сахара, СОМ и желатинины. Определено время обработки – 3...5 мин. Затем однородная система смешивалась с биомассой клеток в обычном режиме.

IV серия

В этой серии исследований апробировали разное соотношение основных компонентов защитной среды и предварительную подготовку жидкой биосуспензии к процессу распылительной сушки. Для увеличения содержания биомассы клеток в биосуспензии было предложено отделять биомассу от питательной среды, в которой происходило ее накопление, методом центробежного фильтрования. Содержание сухих веществ биомассы повысилось до 10%, а биосуспензии препарата перед сушкой до 14...16,6%. Из данных табл.1, опыты №4,5, видно, что лучший результат по сохранности жизнеспособности клеток при распылительной сушке биосуспензии данного препарата (10^{11} КОЕ/г), дает использование следующего композиционного состава:

соотношение	Клеточная биомасса	Защитная среда	
	60%:	40%	
компоненты защитной среды в следующем процентном соотношении:			
	СОМ	Сахар	Желатин
	18%	18%	4%

Сбалансированное соотношение биомассы и защитной среды способствовало максимально возможному исключению пустых частиц, не содержащих бактериальных клеток, в порошке, что позволяет более экономно использовать компоненты входящие в состав защитной среды.

Температурный режим: $T_{вх}=160 \pm 5^\circ\text{C}$; $T_{вых}= 80 \pm 5^\circ\text{C}$, а также предварительная диспергация защитной среды перед смешением с биомассой, позволили получить монодисперсный порошок, увеличить выход порошка в приемный бункер до 92%, уменьшить отложения продукта на стенках сушильной камеры (рис. 3).

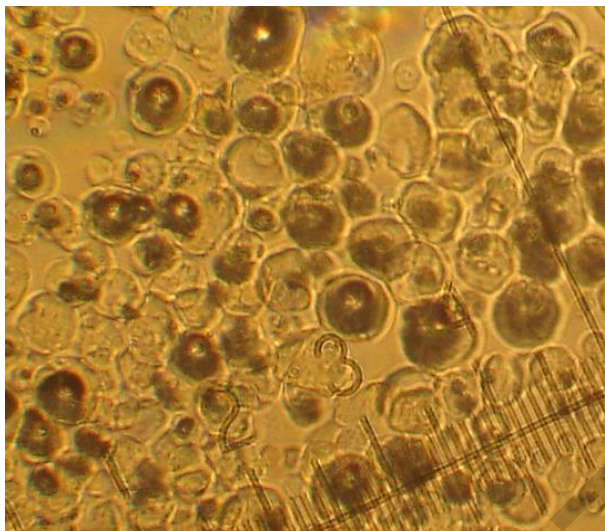


Рис. 3 - Образец порошка «Бифацил» полученный по условиям оп.5 табл. 1, $d_{del}=4$ мкм.

Выводы

Проведенный комплекс исследований, показал возможность получения препарата «Бифацил» высокого качества методом распылительной сушки.

Установлено, что оптимизация соотношений компонентов защитных сред, регулирование количества используемой биомассы, а также способ подготовки биосуспензии к процессу сушки приводит к значительному повышению качественных характеристик порошка препарата «Бифацил» и позволяет сократить количество компонентов защитной среды. При этом следует руководствоваться как экспериментальными данными, так и рекомендациями микробиологов.

Анализ микроструктуры, полученных образцов порошка показал, что предварительная подготовка жидкого продукта к процессу сушки на роторно-пульсационном аппарате позволяет:

- в процессе распылительной сушки получить однородный по дисперсному составу порошок что, в дальнейшем повышает эффективность его сепарации.
- исключить появление в порошке крупных желатиновых пленок, что позволяет уменьшить его отложения на стенках камеры до 5...7% от общего количества порошка;
- получить устойчивый эффект микрокапсулирования клеток компонентами защитной среды.

Литература

1. Осадчая А.И. Влияние некоторых факторов на криорезистентность и сохранение жизнеспособности при лиофилизации культур *Bacillus subtilis* / А.И. Осадчая, В.А. Кудрявцев // Биотехнология.-2003.-№3.- С.45-54.
2. Долинский А.А. Наномасштабные эффекты при дискретно-импульсной трансформации энергии/ А.А. Долинский, Б.И. Басок //ИФЖ.-2005. Т.78, №1.- С.15-22.

ЗМІСТ

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ, ТЕПЛОВИХ, МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ

ВПЛИВ МЕТОДИКИ РОЗМІЩЕННЯ СИРОВИННИХ ПОЛІН ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ДЕРЕВНОГО ВУГЛЛЯ ПІРОЛІЗНИМ СПОСОБОМ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ	
Товажнянский Л.Л., Вель В.Є., Миронов А.М.	5
ТЕПЛООБМІННИКИ КРІОМОДУЛІВ НА БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СУМІШАХ	
Литвиненко М.П., Туз В.О.	10
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ФІТОЕСТРОГЕННОЇ СИРОВИНИ	
Петрова Ж.О., Слободянюк К.С.	12
ЗВ'ЯЗОК ЯВИЩА ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ ТА ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ	
Авдєєва Л.Ю., Жукотський Е.К., Макаренко А.А.	17
КОНВЕКТИВНО-ТЕРМОРАДІАЦІЙНЕ СУШІННЯ ЯБЛУЧНИХ СНЕКІВ ЗА УМОВ РУХУ ПОВІТРЯ	
Малежик І. Ф., Дубковецький І. В., Стрельченко Л. В.	20
ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ЕКСТРАГУВАННЯ СІРЧАНОКИСЛОЇ МІДІ ЗА УМОВ ВАКУУМУВАННЯ	
Симак Д.М. Склабінський В.І.	24
ВПЛИВ РОЗЧИННИХ РЕЧОВИН НА СТАН ВОДИ В РОСЛИННИХ ТКАНИНАХ ТА КІНЕТИКУ ЇХ СУШІННЯ	
Дмитренко Н.В.	30
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДІОКСИДУ СУЛЬФУРУ ТА НІТРОГЕНУ НА ПРОЦЕС ПОГЛИНАННЯ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ХЛОРОФІЛСИНТЕЗУЮЧИМИ МІКРОВОДОРОСТЯМИ	
Дячок В.В., Катишева К.В., Гуглич С.І., Мандрик С.Т.	35
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АБСОРБЦІЇ КИСНЮ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ	
Ободович О.М., Сидоренко В.В.	41
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА «БИФАЦИЛ» НА ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА	
Переяславцева Е.А.	44
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Рябова І.Б., Петухова О.А., Горносталя С.А., Щербак С.М.	50
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ СУСПЕНЗОВАНОГО ГРИБА ШИЇТАКЕ В СИСТЕМІ «КРАПЛЯ-ПАРОГАЗОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ»	
Шаркова Н.О., Турчина Т.Я., Жукотський Е.К., Костянець Л.О.	55
КОНВЕКТИВНЕ ЗНЕВОДНЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ БАТАТУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
Шапар Р.О., Гусарова О.В.	58
ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ БУРЯКОВОГО ЖОМУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОКОРМІВ	
Гнатів З.Я., Мосюк М.І., Дулеба В.П.	62
ПРОЦЕС ЕКСТРАГУВАННЯ З ПЛОДІВ ШИПШИНИ У ВАКУУМНОМУ МІКРОХВИЛЬОВОМУ АПАРАТІ	
Левтринська Ю.О., Альхурі Юсеф, Голінська Я.А., Терзієв С.Г.	66

МОДЕЛЮВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНОСУ. ОПТИМІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ І СИСТЕМ

ТЕПЛООБМІН ПРИ ПЛАВЛЕННІ ТА КРИСТАЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ	
Корінчевська Т.В., Снежкін Ю.Ф., Михайлик В.А.	73