

**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 664.8.047

КОНВЕКТИВНЕ ЗНЕВОДНЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ БАТАТУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Шапар Р.О., к.т.н., с.н.с.,

Гусарова О.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України

CONVECTIVE DRYING OF ROOT CROPS SWEET POTATO FOR PRODUCTION FOODSTUFFS

Shapar R.O., Husarova O.V.

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Ukraine

Анотація. У статті описана така тропічна культура, як батат, наведено хімічний склад коренеплодів, сфери використання. Зазначено основні способи сушіння батату, які використовуються в світі для отримання сушених харчових продуктів, наведені їх недоліки. Об'єктами досліджень були коренеплоди помаранчевого батату. Результатами експериментальних досліджень визначено, що інтенсифікації процесу сушіння передую оптимально обґрунтована гідротермічна обробка паренхімних тканин коренеплодів батату. Необхідний ефект обробки досягається за температури матеріалу 80...95 °С з витримкою 50...600 с. За результатами досліджень процесів зневоднення батату розроблено двостадійні режими за якими температура теплоносія на першій стадії процесу дорівнює 80...100 °С, а на другій 55...70 °С, температура матеріалу впродовж зневоднення підтримується на рівні 50...65 °С. Такі режими забезпечують якісне зневоднення при скороченні тривалості процесу на 20...25 % і зниження енерговитрат та сприяють збереженню цінних термолабільних речовин сировини.

Ключові слова: коренеплоди батату, гідротермічна обробка, стадійне зневоднення, чипси, харчовий порошок, енергоефективність.

Abstract. The article describes a sweet potato, describes the chemical composition of the roots, the scope of use. The main methods used for drying sweet potatoes for the production of dried food products are given, their disadvantages are indicated. Objects of research were root crops of orange sweet potatoes. Studies have shown that to intensify the drying process, it is necessary to conduct hydrothermal treatment of sweet potato root crops. The required processing effect is achieved at a material temperature of 80...95 °C with an exposure of 50...600 s. According to the research of drying process developed regimes in which the temperature of the drying agent on the first stage of the process is 80...100 °C, and the second 55...70 °C. The temperature of the material during dehydration is maintained at 50...65 °C. Such regimes provide high-quality dehydration, reducing the process time by 20...25 %, reducing energy consumption. Also, these regimes contribute to the preservation of valuable thermolabile substances of raw materials.

Keywords: sweet potato roots, hygrothermal treatment, stage process of dehydration, chips, food powder and energy efficiency.

Вступ

Однією з розповсюджених сільськогосподарських культур країн тропічного клімату є батат. Майже 80 % батату в світі культивується у Китаї та В'єтнамі. Продукти харчування з батату займають сьоме місце після продуктів з пшениці, рису, кукурудзи, картоплі, ячменю і маніюки. Використанню підлягають всі частини батату: коренеплоди, лоза, листя. Останні переважно застосовують як корм для тварин.

Коренеплоди, завдяки своїй високій харчовій і біологічній цінності, вживають свіжими при приготуванні різноманітних страв та використовують у промисловості для виробництва крохмалю, цукру, алкогольних напоїв, хімікатів, а також заморожують, консервують, смажать, ферментують і сушать. Сегмент сушеного батату на світовому ринку представлений пластівцями, чипсами і так званим борошном – порошком дрібнодисперсної фракції.

Вміст сухих речовин у коренеплодах становить 20...30 %, при цьому 60...70 % складає крохмаль. Хімічний склад батату коливається у залежності від сорту, умов вирощування, ступеня зрілості, зберігання. Колір варіюється від білого, кремового до жовтого, помаранчевого, фіолетового. Відмінною особливістю коренеплодів вважають кількісний склад вуглеводів та низький вміст білку і жиру. Поживна цінність батату посилюється наявністю вітамінів у т.ч. каротиноїдів, фолієвої, аскорбінової та пантотенової кислот, фенолів, антоціанів, мінеральних речовин, серед яких домінують солі заліза, калію, магнію завдяки чому його споживання корисне для здоров'я людини [1,2].

Збірник наукових праць XVII міжнародної наукової конференції

«Удосконалення процесів і обладнання харчових і хімічних виробництв» 3-8 вересня 2018

Таблиця 1 – Середній склад поживних речовин кореня батату (г на сиру масу)

Вода	білок	жир	зола	харчові волокна	сахаро за	глюкоз а	фрукто за	крохма ль	Енергетична цінність, ккал
77,28	1,57	0,05	0,99	3,00	2,52	0,96	0,70	12,65	86,0

Як і всі рослинні матеріали, батат має високий вміст вологи, через що його тривале зберігання енерговитратне і складне. Ферментативні, мікробіологічні та біохімічні зміни призводять до псування сировини досить швидко, втрати можуть досягати 30...50 %.

Одним з найбільш ефективних методів збереження свіжої сільськогосподарської сировини є сушіння. Сушена продукція не потребує великих площ для зберігання та транспортування, в ній збережені корисні речовини, має довготривалий термін зберігання. Консервуючий ефект під час сушіння досягається за рахунок зниження природної вологості і уповільнення процесів розвитку мікрофлори у сушених матеріалах.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.

Аналіз науково-технічних джерел показує, що при зневодненні батату одержують продукти із рівноважною з навколишнім середовищем вологістю, з низькою залишковою вологістю, що мають консистенцію чипсів, порошкоподібних використовуючи різні способи сушіння: штучне у сушарках різного типу, сублимацією, ІК-випромінюванням, під вакуумом, поєднанням декількох способів, тощо і природне – сонячно-повітряне [1,2,3].

Сонячне сушіння з давніх часів практикується у країнах із сухим кліматом. Підготовлені до сушіння коренеплоди нарізають, бланшують в киплячій воді та піддають сушінню на сонці до досягнення залишкової вологості 6...10 %. У залежності від маси зневоднювальної сировини сушіння триває від 4 годин до 5 діб [1,2].

Недоліками сонячно-повітряного сушіння є довготривалість процесу, переривання у нічний час та при погіршенні погодних умов, мікробіологічна активність і бактеріологічне обсіменіння, що негативно впливає на якість готового продукту. До того ж одним із суттєвих недоліків є використання ручної праці.

Відомий спосіб одержання порошку з батату в основі якого покладено розпилювальне сушіння. До недоліків можна віднести попереднє перетворення коренеплодів до пюреподібної маси, внесення мальтодекстринів, чим порушується натуральність кінцевого продукту, а також значні енерговитрати процесу, крупногабаритність розпилювальних сушарок [1].

Існує спосіб виробництва харчових спіралеподібних чипсів з коренеплодів батату [4], що складається з підготовки сировини, нарізання коренеплодів спіраллю, просушування, обсмаження в олії, охолодження і пакування.

Недоліками даного способу є підвищена калорійність чипсів, наявність холестеринових і канцерогенних речовин внаслідок обсмаження, що негативно позначається на якості кінцевого продукту.

Відповідно з [5] для одержання чипсів підготовлений до зневоднення коренеплід батату нарізають та занурюють, витримують у екстракті зеленого чаю і піддають сушінню. Обробка сировини у розчині чаю потребує додаткового обладнання з підготовки екстракту зеленого чаю, до того ж чипси втрачають свій природний смак, а витрати на виробництво і собівартість зростають.

Із вищесказаного витікає, що основними вимогами, які пред'являються до сушіння є інтенсивність процесу та забезпечення максимально повного збереження природних властивостей коренеплодів батату при суттєвому скороченні тривалості зневоднення та зниженні енерговитрат.

Мета.

Мета роботи полягає у дослідженні процесу зневоднення коренеплодів та пошуку шляхів інтенсифікації процесу для забезпечення конкурентоспроможності сушеного батату на світовому ринку.

Для досягнення мети необхідно визначити оптимальні умови гіротермічної обробки, встановити кінетичні закономірності процесу сушіння і раціональні режими.

Результати та їх обговорення.

Дослідження проводяться у рамках Меморандуму про співробітництво з Інститутом технологій ГФС м. Ханой. Вибір в якості об'єкта дослідження коренеплодів батату виходив з того, що це один із основних продуктів харчування і сировина для переробної промисловості В'єтнаму.

Коренеплоди батату, як природний матеріал і об'єкт зневоднення – складні гетерогенні, біологічно активні системи, їхні масовологообмінні і термодинамічні характеристики залежать від характеру взаємодії вологи з твердим каркасом сировини і є функцією хімічного складу, структури, щільності паренхімних тканин тощо. У процесі сушіння при порушенні теплових режимів можливі негативні процеси, що призводять до втрати цінних складових вихідного матеріалу і, як наслідок, зниження якості кінцевого продукту.

Об'єктами досліджень були коренеплоди помаранчевого батату. Помаранчевий колір свідчить про наявність у складі каротиноїдів. Відповідно з [1] вміст цього вітаміну коливається у діапазоні від 9,1 до 9,4 мг/100 г.

Результатами експериментальних досліджень визначено, що інтенсифікації процесу сушіння передую оптимально обґрунтована гіротермічна обробка паренхімних тканин коренеплодів батату. В даному випадку така технологічна операція є обов'язковою, її основна мета полягає у клейстеризації крохмалю і коагуляції білків. Експериментально визначено, що необхідний ефект обробки досягається за температури матеріалу 80...95 °С з витримкою 50...600 с, вплив температури і тривалості знаходяться у обернено пропорційній залежності. В залежності від технологічних можливостей обробка здійснюється у воді або у атмосфері пари.

Зазначений режим забезпечує сприятливі умови для гідратації крохмальних зерен за рахунок власної вологи, якої у коренеплодах майже у три рази більше, ніж сухих речовин та насиченої пари. Волога проникає всередину крохмального зерна, розсовує міцели, крохмаль набухає, збільшуючи об'єм зернини і клейстеризується [6]. Під час обробки частково змінюється пружність тканин. Для підвищення пружності та стабілізації клітинної структури проводиться охолодження гіротермічно обробленого сировинного матеріалу шляхом промивання у воді. Одночасно з цим з поверхні змивається плівка утворена залишками зруйнованих крохмальних зернин, які уповільнюють видалення вологи під час сушіння.

Поряд зі специфічним впливом на зміну властивостей паренхімних тканин, проведенням такої обробки досягається збільшення клітинної проникності коренеплодів батату, що у подальшому, під час сушіння, інтенсифікує вологообмін, при цьому, забезпечується збереження вітамінного комплексу, стабілізація природного кольору і смакових якостей та інактивація ферментативної системи. Повнота інактивації визначається реакцією на наявність найбільш термостійкого ферменту – пероксидази.

Дослідження кінетики процесу сушіння проводилися за загальноприйнятій методиці за температури теплоносія - від 60 до 100 °С, швидкості його руху - 1,5 м/с, зразки нарізались завтовшки 3...4 мм.

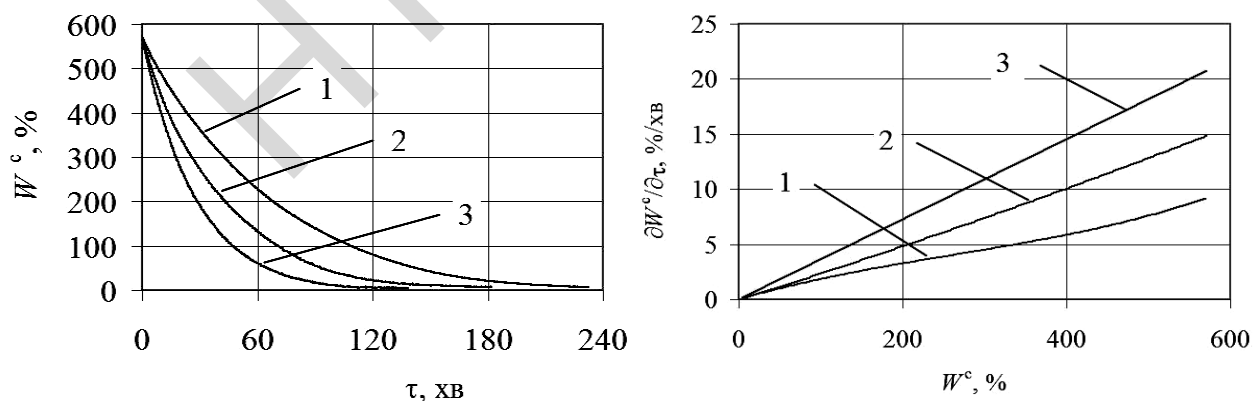
За результатами експериментальних досліджень процесу зневоднення до залишкової вологості 6...8 % відповідно із закономірностями вологообміну при сушінні, розроблено двостадійні режими сушіння (рис. 1) з урахуванням природних властивостей коренеплодів за якими температура теплоносія на першій стадії процесу дорівнює 80...100 °С, а на другій 55...70 °С. Вказаний температурний діапазон запобігає виникненню незворотніх процесів, які здатні призвести до погіршення якості продукту, оскільки температура матеріалу впродовж зневоднення підтримується на рівні 50...65 °С.

Побудовані графічні залежності прикладів двостадійного сушіння у вигляді кривих кінетики і швидкості сушіння, показують, що видалення вологи з коренеплодів батату проходить зі спадною швидкістю впродовж усього процесу.

Порівняльний аналіз кривих сушіння в межах досліджених параметрів показує збільшення швидкості вологовіддачі на початковій стадії до свого максимального значення від 8,7 %/хв при одностадійному режимі до 15,0 і 21,3 %/хв, тривалість процесу за двостадійними режимами скорочується на 20 і 40 % відповідно (криві 1,2,3).

З огляду на вплив часу гіротермічної обробки від 180 до 240 с на кінетику сушіння за двостадійним режимом (криві 2,3) спостерігається зменшення тривалості процесу зневоднення на 25 %.

Аналіз зміни температури матеріалу в процесі зневоднення коренеплодів у режимі теплоносія 60 °С показує, що його температура у перші 20 хв зростає до 40 °С, через 40 хв від початку сушіння до 55 °С, далі 58 °С і залишається практично незмінною до кінця сушіння. Тобто, перепад температури по мірі зниження вологості матеріалу у часі зменшується, найменша величина дорівнює $\Delta t = 5...2$ °С. Висушені зразки мають менш виражений колір, що пояснюється довготривалістю процесу, порівняно із двостадійним режимом, через



$V = 1,5$ м/с; $d = 10$ г/кг сухого повітря; $\delta = 3...4$ мм;
 1 – $T = 60$ °С, $\tau_{об} = 180$ с; 2 – $T = 80...60$ °С, $\tau_{об} = 180$ с; 3 – $T = 80...60$ °С, $\tau_{об} = 240$ с;

Рис. 1 – Криві кінетики та швидкості сушіння

що використання низькотемпературного режиму недоцільне.

Одержаний харчовий продукт з батату за двостадійним режимом має приємний зовнішній вигляд, рівномірний помаранчевий колір (рис. 2), солодкуватий смак властиві свіжій сировині, хрустку консистенцію притаманну чипсам. Споживають чипси як самостійний вітамінний продукт.

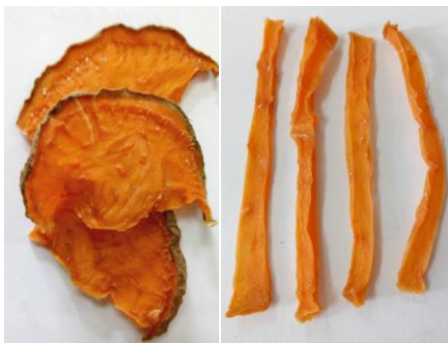


Рис. 2 – Фото чипсів з батату

Для одержання харчового порошку висушений матеріал направляють на подрібнення до порошокоподібного стану, потім на фракціонування. Харчовий порошок традиційно широко використовують у складі харчових виробів як наповнювач, барвник, структуроутворювач, збагачуючи їх незамінними для організму вітамінами, мікроелементами та іншими біологічно активними сполуками [1,2].

Отримані харчові продукти з батату – чипси і порошок мають високі органолептичні властивості, що підтверджує перевагу розробленого стадійного зневоднення.

Герметичне фасування готових продуктів в упаковку з полімерного або комбінованого матеріалу в безкисневому середовищі сприяє мікробіологічній стійкості, уповільнює неферментативне окислення, подовжує термін зберігання.

Висновки.

Отже, на підставі узагальнення закономірностей вологообміну під час гіротермічної обробки й сушіння коренеплідів батату, встановлені і рекомендовані оптимальні режими проведення процесу, які забезпечують якісне зневоднення при скороченні тривалості процесу і зниженні енерговитрат та сприяють збереженню цінних термолабільних речовин сировини у харчових продуктах. Одержані результати будуть використані при розробці теплотехнології переробки коренеплідів батату на сушені харчові продукти. Враховуючи, що виробництво харчових продуктів планується здійснювати в умовах високовологого тропічного клімату, на другому етапі необхідно здійснювати низькотемпературне зневоднення конденсаційним способом з використанням теплового насосу [7].

Література:

1. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing/editor, Nirmal K. Sinha; administrative editor, Y.H. Hui; associate editors, E. Evranuz, Muhammad Siddiq, Jasim Ahmed. – USA: Wiley-Blackwell, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2011. – P. 772.
2. Ngankham Joykumar Singh, Ram Krishna Pandey. Convective air drying characteristics of sweet potato cube (*Ipomoea batatas* L). *Food and Bioproducts Processing*. 2012. Vol. 90, № 2. pp. 317–322.
3. Tuoxiu Z., Lima M. The effect of ohmic heating on vacuum drying rate of sweet potato tissue. *Bioresour. Technol.* 2003. Vol. 87. pp. 215–220.
4. Способ производства пищевых спиралевидных чипсов из клубней батата: пат. 0002631393 Российская Федерация: МПК А23L19/10, А23L19/18. № 2017100171; заявл. 09.01.2017; опубл. 21.09.2017. Бюл. № 27.
5. Method for producing health sweet potato chips: pat. 106901277 China: А23L19/10. № 102017000296117; appl. 28.04.2017; pub. 30.06.2017.
6. Производство продуктов питания из картофеля/Н.Т. Волчкова, А.М. Ионова и др.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.–192 с.
7. Дабижа Н.А. [Енергоефективна технологія сушки термолабільних матеріалів з використанням теплових насосів](#). *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2011. Том 39, № 2. с. 341–345.

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