

**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**
Михаїл Львович – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

УДК 66.047

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ОДИНИЧНИХ КРАПЕЛЬ КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ ИГ-30 ЯК ОБ'ЄКТУ РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО СУШІННЯ

Шаркова Н. О., канд. техн. наук, ст. наук. співр. Турчина Т. Я., канд. техн. наук, ст. наук. співр.
Жукотський Е. К., Декуша Г. В., канд. техн. наук, Костянець Л. О.
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

INVESTIGATION OF DRYING SINGLE DROPS OF STARCH SYRUP IG-30 AS SPRAY DRYING OBJECT

Sharkova N.A., Ph.D., Turchyna T.J., Ph.D., Zhukotskyu E.K., Dekusha G.V., Ph.D., Kostyanets L.A.
Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine, Kyiv

Анотація. Вивчено вплив температурних режимів на кінетику сушіння крапель крохмальної патоки, морфологічні характеристики висушених часток та визначено раціональні параметри її розпилювального сушіння.

Abstract. The influence of temperature conditions on the kinetics of drying drops of starch syrup, morphological characteristics of the dried particles and set rational parameters of spray drying.

Ключові слова: температура теплоносія, одинична крапля, крохмальна патока, кінетика сушіння.

Keywords: coolant temperature, a single drop, starch syrup, drying kinetics.

В Україні виробництво крохмальної патоки, солодових, полісолодових екстрактів та інших харчових продуктів дієтичного та лікувально-профілактичного призначення із злакових культур протягом багатьох років залишається актуальним, оскільки ця продукція користується попитом у вітчизняних і закордонних виробників харчової, парфумерної, фармацевтичної галузей. Проте рідка пастоподібна форма концентратів з вмістом сухих речовин 75...80% обумовлює певні складності їх використання через велику в'язкість та адгезійність.

Промислове виробництво порошкової форми таких продуктів доцільно здійснювати на розпилювальних сушарках, де, як відомо [1,2], забезпечується збереження усієї гама біологічно активних складових вихідної сировини за рахунок швидкоплинності (1-2с) процесу зневоднення продукту у диспергованому стані у факелі розпилу за умов низькотемпературного випарювання основної маси вологи при температурі «мокрого термометру». Майже висушені мікрочастки в процесі подальшого вітання в камері в складі двофазного потоку (теплоносій – дисперсний порошок) прогриваються до температури теплоносія на виході з камери [3].

Організація промислового виробництва сухої форми крохмальної патоки вимагає вивчення продукту як об'єкту розпилювального сушіння та його здатності до висушування з отриманням сухої й міцної за структурою частки, що необхідно для отримання порошку з відповідними структурно-механічними характеристиками для забезпечення своєчасного видалення його з зони термічної дії в камері сушарки.

Мета роботи – дослідження процесу сушіння крапель розчинів крохмальної патоки ИГ-30 в потоці нагрітого теплоносія для визначення раціональних температурних режимів розпилювального сушіння.

Дослідження проводились на модернізованому експериментальному стенді Інституту технічної теплофізики НАН України (далі – ІТТФ НАНУ) для дослідження процесу сушіння одиничних крапель в потоці нагрітого теплоносія, оснащеному цифровим реєстратором температури краплі у часі та цифровим мікроскопом, який транслює зображення краплі й усі операції, що здійснюються з нею, на монітор комп'ютера, де одночасно проводиться відеозапис процесу сушіння краплі. Накопичені на цифровому реєстраторі температури експериментальні дані за допомогою спеціальної комп'ютерної програми розгортаються у відповідні термограми, що дає можливість спростити та прискорити процес їх обробки, а також підвищити якість їх порівняльного аналізу в умовах єдиних за масштабом шкал.

Для проведення досліджень були підготовлені 5 розчинів крохмальної патоки ИГ-30 з вмістом сухих речовин: 40%, 45%, 50%, 55% та 60%. Дослідження процесу сушіння одиничних крапель цих розчинів проводились при температурах теплоносія (повітря): 140°C, 160°C, 180°C та 200°C.

Кінетика сушіння. За результатами обробки термограм отримано експериментальні дані, за якими були побудовані кінетичні залежності процесу сушіння крапель крохмальної патоки, наведені на рис.1-6.

Підвищення температури теплоносія від 140°C до 200°C сприяє, як видно на рис.1, пришвидшенню прогрівання крапель у 2 рази, при цьому для $C_0 \geq 50\%$ швидкість прогрівання у 1,5-2,0 рази більша, ніж для $C_0 = 40\%$. За таких умов відносна тривалість стадії кіркоутворення скорочується в 1,2-1,5 рази, про

що свідчать представлені на рис. 2 залежності $\tau_{кр2}/\tau_{заг} = f(T_n)$. Це сприяє й скороченню відносної тривалості $\tau_{кр3}/\tau_{заг}$ (рис. 3) сушіння крапель до крапки кр.3 на термограмах: для $C_o=40\%$ – в 1,4 рази, для $C_o=50\%$ – у 1,5 рази і для $C_o=60\%$ – вже у 2 рази. Проте скорочення цих стадій відбувається лише до температури теплоносія 180°C , вище якої значення $\tau_{кр2}/\tau_{заг}$ та $\tau_{кр3}/\tau_{заг}$ залишаються практично постійними (рис. 2, 3).

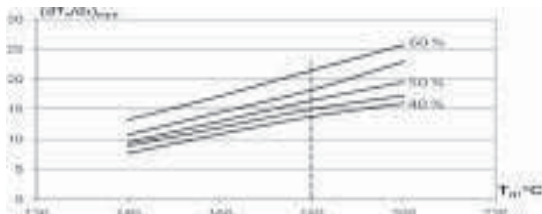


Рис. 1. Кінетичні залежності $(dT_k/dt)_{крк} = f(T_n)$ для крапель розчинів крохмальної патоки різного вмісту сухих речовин.

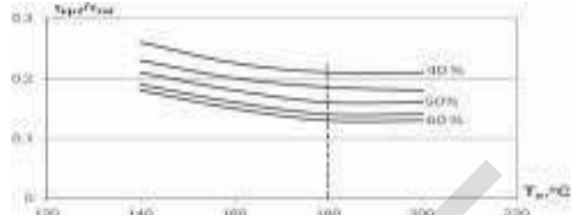


Рис.2. Кінетичні залежності $\tau_{кр2}/\tau_{заг} = f(T_n)$ для крапель розчинів крохмальної патоки різного вмісту сухих речовин.

Як правило, скорочення відносної тривалості зневоднення крапель до крапки критичної кр.3 на термограмі у загальному часі процесу їх сушіння $\tau_{заг}$ компенсується подовженням заключної стадії досушування τ_v (рис. 4). При підвищенні температури теплоносія зі 140°C до 180°C значення $\tau_v/\tau_{заг}$ зростають у 1,5-1,7 рази, що характерно для колоїдних високов'язких розчинів. Збільшення температури теплоносія вище 180°C , як видно на рис.4, вже не чинить істотного впливу на значення $\tau_v/\tau_{заг}$ для усіх концентрацій розчинів. Слід зазначити, що через зменшення темпу прогрівання у стадії досушування крапель розчинів з $C_o \geq 50\%$ (рис.5) значення $\tau_v/\tau_{заг}$ для цих розчинів збільшуються в середньому у 1,5 рази у порівнянні з $C_o < 50\%$.

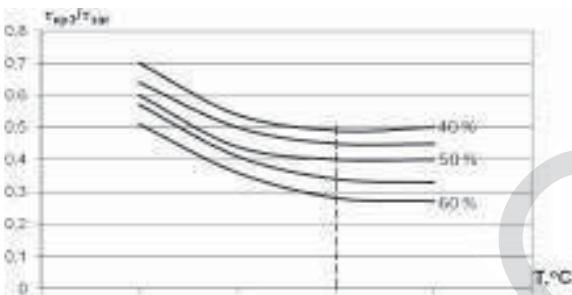


Рис. 3. Кінетичні залежності $\tau_{кр3}/\tau_{заг} = f(T_n)$ для крапель розчинів крохмальної патоки різного вмісту сухих речовин.

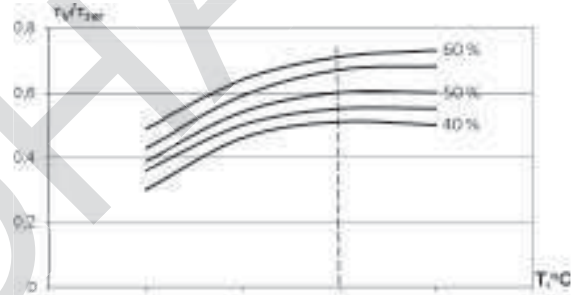


Рис. 4. Кінетичні залежності $\tau_v/\tau_{заг} = f(T_n)$ для крапель розчинів крохмальної патоки різного вмісту сухих речовин.

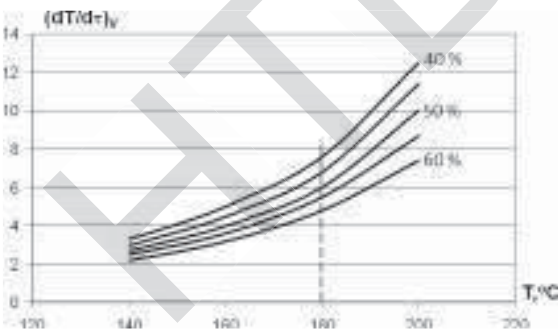


Рис.5. Кінетичні залежності $(dT_k/dt)_v = f(T_n)$ для крапель розчинів крохмальної патоки різного вмісту сухих речовин.

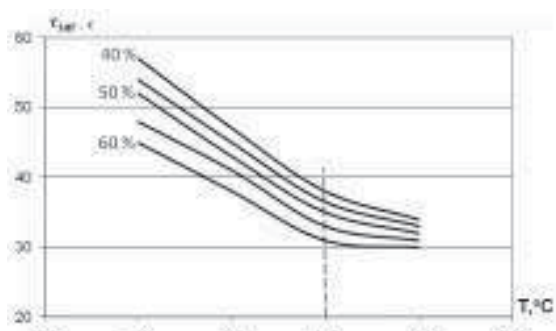


Рис. 6. Залежності $\tau_{заг} = f(T_n)$ загального часу сушіння крапель розчинів крохмальної патоки різного вмісту сухих речовин.

Аналіз кінетичних залежностей $\tau_{заг} = f(T_n)$ (рис. 6) показує, що при підвищенні температури теплоносія від 140°C до 180°C скорочення часу сушіння крапель розчинів в залежності від $C_o=40\dots60\%$ складає відповідно 35...25%. Вище $180\dots190^\circ\text{C}$ траєкторія кривих $\tau_{заг} = f(T_n)$ стає більш пологою, що

свідчить про зниження впливу температури теплоносія на час сушіння і є підставою вважати цю температуру (180...190°C) граничною.

Характеристика висушених часток. Динаміка зміни форми та розмірів крапель при сушінні крохмальної патоки ИГ-30, як показав аналіз отриманих відеоматеріалів та кінограм, свідчить про значні трансформації структури крапель, які, починаючи зі стадії кіркуттворення, ще в більшій мірі продовжуються на стадіях кипіння та досушування. Відзначається вплив концентрації сухих речовин на ступінь деформації форми крапель. Так, при температурі теплоносія 140°C з підвищенням концентрації розчинів від 40% до 60% спостерігається більш швидкий початок роздування крапель в стадії кипіння. Процес періодичного роздування і ущільнення цих крапель тривав практично до повного завершення процесу сушіння. В результаті висушені частки мали більш роздуту пухляку структуру, їх розміри були переважно більшими за початкові $\delta_{кін} \geq \delta_0$. Більш того, висушені частки розчинів з $C_0=50...60\%$ були в 1,5-1,8 рази більші за частки, отримані з розчинів з $C_0 < 50\%$.

При збільшенні температури до 180...200°C спостерігається ущільнення структури часток з включенням повітряних бульбашок. Розміри їх були значно менші за отримані при $T_n = 140^\circ\text{C}$, але не менші за початкові $\delta_{кін} \approx \delta_0$. Це свідчить про те, що при більших температурах (180...200°C) сушіння досягається покращення умов протікання процесів структуроутворення та тепловологопереносу.

Структуроутворюючі, паропровідні і міцнісні властивості матеріалу при сушінні, а також його термостійкість та адгезійні властивості висушених часток визначаються його вихідними фізико-хімічними характеристиками. Цим обумовлюється й морфологія висушених часток: форма, щільність, монолітність та міцність, що визначає структурно-механічні характеристики порошку. Тому фізичний стан висушених часток було досліджено в потоці високотемпературного теплоносія і поза його межами після охолодження до температури 40...20°C.

Проведені дослідження підтверджують, що фізичний стан та структуру висушених часток крохмальної патоки визначає не тільки температура теплоносія і концентрація розчинів C_0 , а й хімічний склад матеріалу. Так, характерна особливість крохмальної патоки при сушінні – це перебування висушених часток у в'язко-пластичному стані в ядрі потоку високотемпературного теплоносія і їх склування при охолодженні (рис. 7, 8).



Рис. 7. Дослідження фізичного стану висушених часток ИГ-30, отриманих при температурі 140°C і концентрації розчину

Це пояснюється тим, що через вміст цукристих речовин різної молекулярної маси у кислому середовищі крохмальна патока проявляє властивості, характерні для аморфних речовин та полімерних

матеріалів, що визначає належність її до *термопластичних* матеріалів – найбільш складних об'єктів розпилювального сушіння.

Дослідження показали, що лише при температурі теплоносія 140°C частки крохмальна патока, не проявляли адгезійних властивостей (рис. 7). Проте виявлено вплив концентрації сухих речовин вихідного розчину на властивості структури часток при сушінні. Так, при $C_0=40\dots50\%$ частки мали округлу форму та пухирчасту структуру, у потоці теплоносія при торканні були м'якими і піддавались деформації (а, 2 кадр). При зондуванні часток, отриманих з розчину з $C_0=60\%$, мали випадки викиду водяної пари через утворений отвір в поверхневій кірці (за даними відео: відбувалось роздування бульбашок у верхній поверхневій ділянці (рис. 8, б, 2-й кадр). Це свідчить про погіршення умов протікання процесу вологопереносу крізь високов'язку поверхневу кірочку в стадії досушування і затримання залишків вологи в середині частки, що не припустимо.

Як видно з відеоряду (кадр № 4 а, б, рис.7), охолодження часток не викликало зменшення її розмірів. Для часток, висушених з 60%-го розчину, спостерігалось утворення «кратера», як видно в нижній ділянці оболонки частки (б), що характерно для колоїдних розчинів групи III-3 згідно класифікації матеріалів як об'єктів сушіння розпилюванням, розробленої на основі кінетичних закономірностей процесу сушіння [2]. Частки крохмальної патоки, висушені при температурі теплоносія 160...200°C, проявляли в потоці високотемпературного теплоносія термопластичні і адгезійні властивості не залежно від концентрації розчинів (рис.8). Аналіз отриманих відеоматеріалів показав, що при сушінні крапель крохмальної патоки ИГ-30 отримання міцної і монолітної структури часток найменших розмірів і відсутність адгезійних властивостей досягається при охолодженні висушених часток до температури $\leq 40^\circ\text{C}$.



Рис. 8. Дослідження фізичного стану висушених часток ИГ-30 з концентрацією $C_0=45\%$ і 60% , отриманих при температурах теплоносія 160...200°C.

Висновки.

Дослідження показали, що отримання порошкової форми крохмальної патоки ИГ-30 з покращеними структурно-механічними характеристиками на розпилювальній сушарці можливе за наступних теплотехнологічних параметрах:

- вміст сухих речовин у вихідному розчині, що подається в розпилювальну сушарку, має складати $\leq 50\%$,
- температура теплоносія на вході в камеру – $180 \dots 190^\circ\text{C}$,
- висушений порошок на виході з камери має бути охолоджений до температури $\leq 40^\circ\text{C}$.

Література

1. Долинский А.А. Оптимизация процессов распылительной сушки / А.А.Долинский, Г.К. Иваницкий. – К.: Наукова думка. – 1984. – 320 с.
2. Долинский А.А., Малецкая К.Д. Распылительная сушка : В 2-х т. Т. 1 Теплофизические основы. Методы интенсификации и энергосбережения. – Киев: Академперіодика, 2011. – 376 с.
3. Кремнев О.А. Скоростная сушка / О.А.Кремнев, В.Р.Боровский, А.А.Долинский. – К.: Гостехиздат УССР, 1963. – 382 с.

УДК 664.723.047.59

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОДОВОГО СЫРЬЯ

Безбах И. В. канд. техн. наук, Кепин Н. И. канд. техн. наук
Одесская национальная академия пищевых технологий

USE OF INNOVATIVE ENERGY EFFICIENT EQUIPMENT FOR HEAT AND MECHANICAL PROCESSING OF FRUIT RAW

Bezbakh I.V. Ph. D., Kepin N. I. Ph. D.
Odessa National Academy of Food Technologies(ONAFТ); Odessa

Abstract. The weaknesses of equipment for mechanical and thermomechanical treatment of food products are considered. The analysis of grain drying equipment at food enterprises is made. The ways of solving of energy problems in technology of heat treatment of food liquids, drying of dispersed products, separation of stone fruit crops are proposed. The application of fruit treatment by cold method is justified. Designs of dryers and apparatus for heat treatment on the basis of rotating thermosiphons are shown. The basic directions of using apparatus based on rotating thermosiphons are singled out. The results of experimental studies of the drying processes, the heat treatment of foods in the machines with rotating thermosiphons are presented. The design of the experimental setup with rotating thermosiphon is presented. The description of objects of research is given. The technique of experimental studies is presented. The results of experimental studies on drying, heat treatment of products are presented. The models for the calculation of heat and mass transfer processes in heat treatment and drying of food products in these devices are offered. A generalization of the experimental data was carried out using the method of dimensional analysis. A description of the machine of rotary type for separation of stone fruit crops is done. The economic efficiency of the proposed re-direction of primary processing of stone fruit crops is proved. The modified Newton number is used for generalizing the experimental results. The energy characteristics of the machine for processing fruits in a cold way are taken into account when using the Euler number. The criteria equations are suggested for design and optimization of this class of machines. The efficiency of using a device with a rotating thermosiphon in the apple jam line is estimated. The model of thermal energy transformation for the apple jam production line is presented. The proposed devices are able to provide the effective heat transfer in processing of dispersed viscous foodstuffs and to reduce the energy

ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

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