

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

*VII Міжнародної науково-практичної  
конференції*

**«ІННОВАЦІЙНІ  
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**

*9-13 вересня 2019 р.*



ОДЕСА  
2019

Публікуються доповіді, представлені на XVIII Міжнародній науковій конференції «Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв» (9 – 13 вересня 2019 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  
Я.О. Масельська

## МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

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

---

**СЕКЦІЯ 3.**

**ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ  
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

---

УДК 664.8.047

## РОЗРОБКА ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПОРОШКІВ З ФІТОЕСТРОГЕННОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Петрова Ж.О., академік УАН, д.т.н., гол.наук.співр., Слободянюк К.С., мол.наук.співр.  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м.Київ, Україна

## DEVELOPMENT OF HEAT-TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF FOOD POWDERS FROM PHYTOESTROGEN PLANT RAW MATERIALS

Petrova Zh.O., Academician of the UAS, Doctor of Science (Engineering), Slobodyanyuk K.S, Junior Research  
Institute of Technical Thermophysics of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

**Анотація.** Білкові продукти на основі сої є ідеальним джерелом важливих для організму амінокислот, доповнюють білки зернових і здатні повністю замінити тваринні продукти. Соя – природне джерело рослинних фітоестрогенів. Одним з видів переробки сої є сушіння. В час енергетичних криз, що зумовлені енерговитратними технологіями та обладнанням виникає необхідність дослідження та подальшої розробки енергоефективних режимів сушіння. В даній статті наявний опис рекомендованих етапів попередньої гіротермічної підготовки сировини до сушіння, що дозволяє інактивувати антихарчові компоненти в соєвих бобах. В результаті попередньої гіротермічної обробки відбувається майже повна інактивація інгібітора трипсину, після гіротермічної обробки його лишається всього 4%. Обґрунтовано доцільність створення соєво – шпинатної суміші та запропоновано енергоефективний режим сушіння фітоестрогенної суміші. Проведені експериментальні дослідження по сушінню соєво-шпинатної композиції при температурах теплоносія 60°C та ступеневій зміні температури теплоносія 100/60°C показали, що тривалість сушіння матеріалу в режимі теплоносія 100/60°C зменшується на 25% в порівнянні з тривалістю процесу при 60°C. Результати досліджень впливу температури теплоносія на зміну кислотного числа соєво – шпинатної суміші доводять, що при поєднанні сої з каротиновмісною сировиною, шпинатом характер зміни кислотного числа аналогічний характеру цілих соєвих бобів. Встановлено, що соєво – шпинатний порошок відновлюється швидше в 2 рази за еталон (сухий молочний білок). В результаті проведених досліджень встановлено, що створення фітоестрогенної суміші з сої та шпинату дозволило зменшити енерговитрати на 20 – 25% на підготовку сировини до сушіння. На основі проведених досліджень запропоновано теплотехнологію для сушіння фітоестрогенної рослинної сировини.

**Abstract.** Soybean protein products are the ideal source of amino acids important for the body, supplementing the proteins of cereals and are able to completely replace animal products. Soya - a natural source of plant phytoestrogens. One type of soy processing is drying. During the energy crises caused by energy-consuming technologies and equipment, there is a need for research and further development of energy-efficient drying regimes. In this article, there is a description of the recommended steps of the preliminary hygrothermal preparation of raw materials for drying, which allows inactivating the anti-food components in soy beans. As a result of the previous hygrothermal treatment almost complete inactivation of the trypsin inhibitor occurs, after the hydro-thermal treatment it remains only 4%. The expediency of creating a soybean - spinach mixture was substantiated and the energy - efficient drying of phytoestrogenic mixture was proposed. Experimental studies on drying of a soy-spinach composition at temperatures of the coolant-temperature of 60°C and a step-by-step change in the temperature of the coolant 100 / 60°C (at a temperature of 60 °C in the middle layer of the material, the temperature of the coolant was reduced from 100 °C to 60 °C) showed that the drying time of the material in the mode of the coolant-temperature 100 / 60°C decreases by 25% compared with the duration of the process at 60°C. The results of studies on the effect of heat carrier temperature on the change in the acid number of soybean - spinach mixture show that, when combined with carotene - containing raw materials, spinach, the nature of the change in the acid number is similar to the nature of whole soybeans. Studies were conducted of restore the resulting soy - spinach powder. It has been established that soy - spinach powder is recovered more than 2 times the standard (dry milk protein). As a result of the research, it was found that the creation of phytoestrogenic mixture of soya and spinach allowed to reduce energy consumption by 20-25% for the preparation of raw materials for drying. On the basis of the conducted research the heat-technology for drying phytoestrogenic plant material was proposed.

**Ключові слова:** енергоефективність, сушіння, кислотне число, вологовміст, фітоестрогени.

**Keywords:** energy efficiency, drying, acid number, moisture content, phytoestrogens.

У сучасному світі місце та роль України залежить від її здатності ефективно реалізувати свої переваги природно – ресурсного потенціалу у світовому розподілу праці та у міжнародній ринковій конкурентній боротьбі. Стратегія розвитку аграрного сектору України має бути спрямована на формування ефективного, ресурсозберігаючого, еколого-безпечного, соціально спрямованого, наукоємного сектору економіки держави,

здатного задовольнити потреби внутрішнього ринку та забезпечити провідні позиції на світовому ринку сільськогосподарської продукції та продовольства [1].

У найближчі роки соя може стати найважливішим фактором у харчуванні людей у всьому світі [2]. В Україні в раціоні населення білковий дефіцит становить більше 20 % [3], починаючи з 2000 року соя перетворилася з аутсайдера в одну з основних олійних культур. Україна – найбільший виробник сої в Європі та займає 8 місце в світі. Основними експортерами сої є Бразилія, США, Аргентина, Парагвай та Канада. Основними світовими імпортерами сої є Китай та ЄС. Експорт продовжує стрімко розвиватися, через попит імпортерів на сою [4].

Білкові продукти на основі сої є ідеальним джерелом важливих для організму амінокислот, доповнюють білки зернових і здатні повністю замінити тваринні продукти. Відомі більше 50 продуктів переробки сої [2]. Найбільш популярними є такі соєві продукти: соєве борошно, соєвий білковий концентрат, соєві ізоляти, текстурований білок, соєве молоко, м'ясні та молочні аналоги (замінники), соєвий сир тофу.

Фізико – хімічні властивості бобів сої обумовлені особливостями будови і властивостями рослинних клітин і тканин [5]. Соя – природне джерело рослинних фітоестрогенів.

Фітоестрогени є сполуками рослинного походження, які не синтезуються в організмі людини і функціонально імітують естрогени і тому вважається, що вони відіграють значну роль у профілактиці раку, хвороби серця, менопаузи симптоми і остеопороз (Setchell, 1998; Adlercreutz, 2002; Kronenberg & Fugh-Berman, 2002). Естроген впливає на: ріст і функціонування жіночої і чоловічої статі; репродуктивні тканини; підтримує скелетну і центральну нервову системи; забезпечує кардіопротекторні ефекти в серцево-судинній системі; захищає від раку товстої кишки; сповільнює процеси старіння шкіри (Gruber et al., 2002; Ruggiero і Liki, 2002) [6].

Фітоестрогени поділяються на: ізофлавоїди, куместани, лігнани (рисунк 1). Найкраще всього вивчені фітоестрогени, які знаходяться в сої – в першу чергу ізофлавоїди, геністеїни та дайдзеїни.

Соєвий білок характеризується добре збалансованим амінокислотним складом, який майже відповідає балансу ідеального білка. Соєві боби містять від 35 до 45 % повноцінного білку, 18-25 % жирів, біологічно-активні речовини та 8 незамінних амінокислот [7].

Бразильськими вченими в ході біохімічних досліджень встановлено, що висока кількість сапонінів втрачаються в оболонці сої під час її переробки [8]. Сапоніни мають здатність захищати організм людини від радіаційного впливу, а саме радіонуклідів котрі послаблюють імунну систему [8].

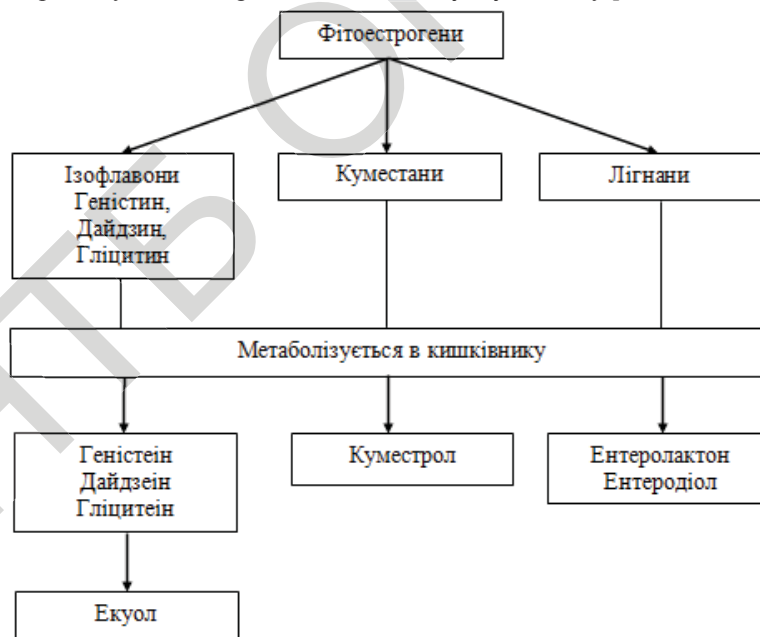
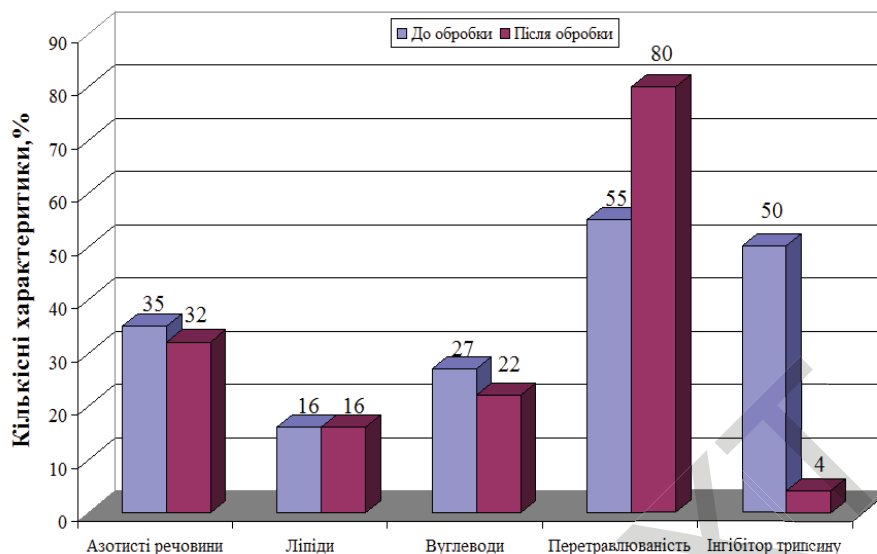


Рисунок 1. Класифікація фітоестрогенів

Одним з видів переробки сої є сушіння. Процес сушіння є енерговитратним процесом. На процеси термічного зневоднення в світі витрачається біля 10% всієї енергії [9]. Отже, виникає необхідність розробки енергоефективної теплотехнології переробки фітоестрогенної сировини на базі попередньо гіротермічно обробленої сої.

Особливістю бобової культури сої є вміст в її хімічному складі антихарчових компонентів (інгібітор трипсину). Попередніми дослідженнями в Інституті технічної теплофізики НАН України була розроблена попередня підготовка соєвих бобів до сушіння для нейтралізації антихарчових компонентів [7]. Основними етапами якої були: замочування соєвих бобів, гіротермічна обробка, промивка водою для стабілізації ліпідів, змішування компонентів фітоестрогенної сировини, подрібнення [10].

В результаті попередньої гіротермічної обробки відбувається майже повна інактивація антихарчових компонентів, а саме – інгібітора трипсину. З рисунку 2 видно, що після гіротермічної обробки його лишається всього 4%.



**Показники якості соєвих бобів**

**Рисунок 2. Зміна якісних показників фітоестрогенної сировини до сушіння (гіротермічна обробка сої)**

Через високий вміст жиру скорочує термін зберігання подрібненої сої, відбувається окислення жиру яке призводить до руйнування інших поживних компонентів. Для запобігання окислення жирів боби сої поєднували з каротиновмісною сировиною - шпинатом.

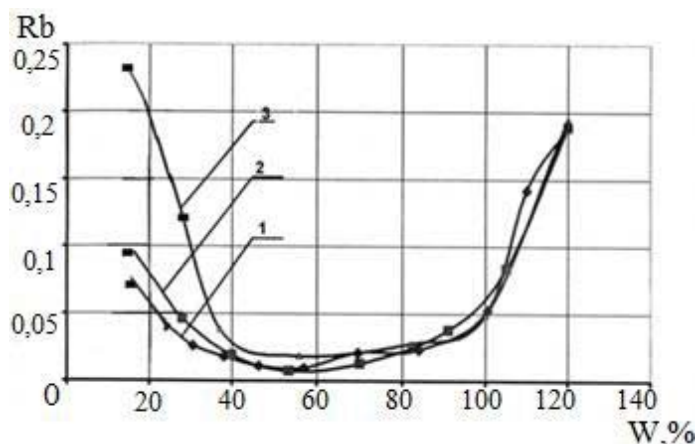
Дослідження процесів конвективного сушіння проводили на експериментальному стенді, розробленому в Інституті технічної теплофізики НАН України [11]. Попередньо підготовлену соєво – шпинатну композицію розташовували на сітчастий піддон (100x50 мм) в шар 15 мм на штангу терезів в сушильній камері. Зміну температури на поверхні та в середині об'єму шару матеріалу під час сушіння фіксували за допомогою термопар. Процес сушіння тривав до кінцевого вологовмісту матеріалу  $W_{ск} = 4 \%$ , для подовження строку зберігання висушеної суміші в порошкоподібному стані [12].

Під час дослідження кінетики процесу конвективного сушіння важливо дотримуватися температурного режиму та не допускати перегріву матеріалу. Як відомо, каротиноїди руйнуються при взаємодії з киснем, теплом та світлом. Тривале сушіння при температурі  $100^{\circ}\text{C}$  призводить до мелаїдинових реакцій [7, 11]. Сушіння білковмісної сировини при високих температурах сушильного агента призводить до повної денатурації білків. Отже, для запобігання цих процесів, а також для збереження біологічно активних речовин, рекомендується сушити білково-каротиновмісні суміші з використанням режимів при яких температура в середньому об'ємі шару матеріалу не перевищуватиме  $60...70^{\circ}\text{C}$ . Тож при розробці енергоефективного режиму сушіння соєво – шпинатної композиції було проведено дослідження задовільного температурного режиму процесу. Були проведені експериментальні дослідження по сушінню соєво-шпинатної композиції з початковою вологістю  $W = 73,5 \%$  при температурах теплоносія  $60^{\circ}\text{C}$  та ступеневій зміні температури теплоносія  $100/60^{\circ}\text{C}$  (при наближенні до  $60^{\circ}\text{C}$  в середньооб'ємному шарі матеріалу температуру теплоносія знижували зі  $100^{\circ}\text{C}$  до  $60^{\circ}\text{C}$ ). Результати яких показали, що тривалість сушіння матеріалу в режимі теплоносія  $100/60^{\circ}\text{C}$  зменшується на  $25\%$  в порівнянні з тривалістю процесу при  $60^{\circ}\text{C}$  [13].

Характеристикою кінетики процесу сушіння є число Ребіндера ( $Rb$ ), яке визначає відношення кількості теплоти, витраченої на нагрівання матеріалу та на випаровування значної вологи за нескінченно малий проміжок часу:

$$Rb = b \frac{\bar{c}}{r} = \frac{\bar{c}}{r} \left( \frac{d\bar{t}}{dW} \right)$$

Попередніми дослідженнями [11] білково – каротиновмісної сировини на базі сої та моркви було розраховано та отримано залежність зміни числа Ребіндера від вологовмісту суміші (рисунок 3). Відомо, що число Ребіндера не залежить від швидкості та вологовмісту теплоносія, а визначається тільки тепловим режимом сушіння.

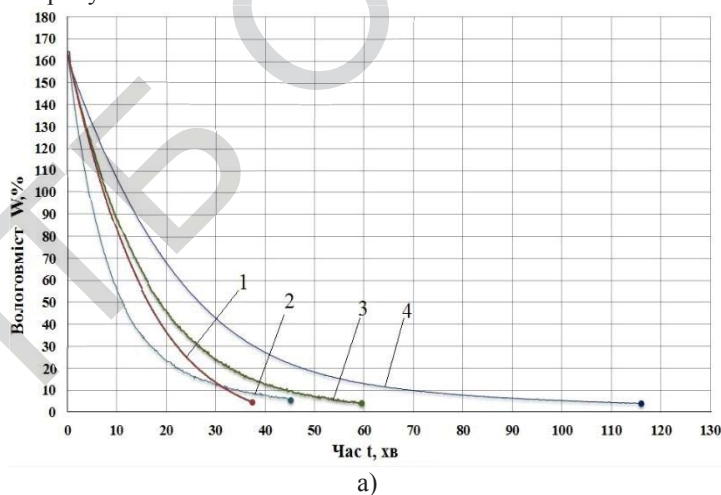


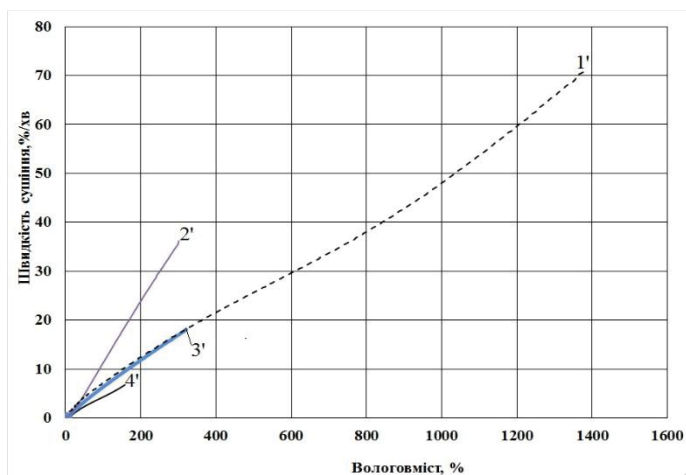
**Рисунок 3.** Зміна числа Ребіндера в процесі зневоднення сосво-морквяної суміші:  $V=2$  м/с;  $d=10$  г/кг с.п.; гранули розміром  $10 \times 10 \times 65$  мм; співвідношення сої та моркви 1:1; температура теплоносія  $t, ^\circ\text{C}$ : 1 - 120, 2 - 100, 3 – 80.

Проаналізувавши з рисунку 3 криву 2 можна зробити висновок, що після досягнення вологовмісту 50-42% число  $Rb$  різко збільшується, а це означає, що більша частина теплоти витрачається не на інтенсивне випаровування вільної та зв'язаної води, а на нагрівання матеріалу. Як наслідок, може відбуватися руйнування біологічно активних речовин. Характер зміни числа Ребіндера доводить ефективність використання ступеневих режимів сушіння. Відомо, що під час видалення води з матеріалу густина теплового потоку зменшується і найбільший мінімум відповідає режиму сушіння  $100^\circ\text{C}$  [14]. Це ще раз підтверджує потребу використання ступеневих режимів, що безумовно позитивно впливає на якість кінцевого продукту.

На рисунку 4 (а) зображено залежність вологовмісту від часу і графічно зафіксовано, що ступенева ( $100/60^\circ\text{C}$ ) зміна температури теплоносія (крива 2) дозволяє скоротити час сушіння порівняно з режимом  $60^\circ\text{C}$  (крива 3).

Використання ступеневої зміни температурного режиму призводить до збільшення швидкості сушіння в початковий момент в 2 рази (рисунку 4 (б)) відносно температурного режиму  $60^\circ\text{C}$ , внаслідок чого час сушіння до кінцевого вологовмісту скорочується на 25 %.





б)

1, 1' – шпинат при 60 °C; 2, 2' – соєво-шпинатна суміш при 100/60 °C;  
3, 3' – соєво-шпинатна суміш при 60 °C; 4, 4' – соя при 60 °C.

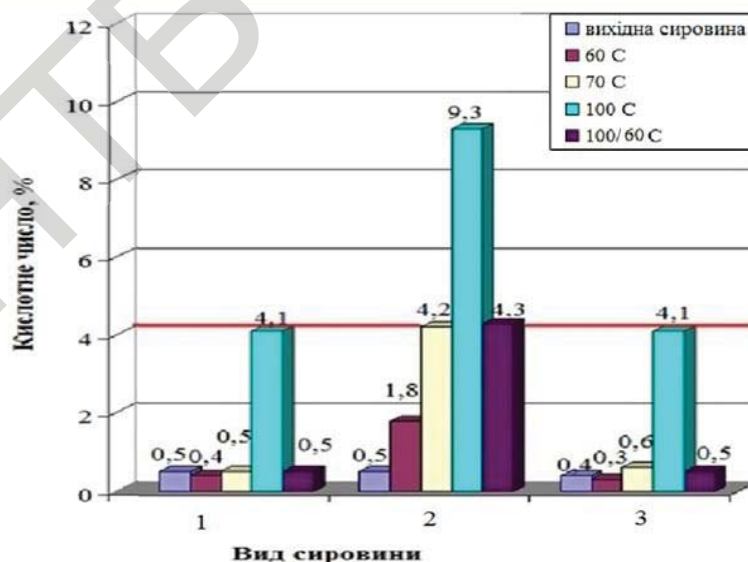
**Рисунок 4. Криві сушіння (а) і швидкості сушіння (б) моносировини та соєво-шпинатної суміші(1:1) при режимних параметрах  $v = 2,5$  м/с,  $d = 10$  г/кг с.п.,  $\delta = 15$  мм;  $W_{ск} = 4$  % абс. та різних температурах теплоносія**

Основною характеристикою якості соєво – овочевих композицій є зміна кислотного числа в процесі сушіння. Кислотне число характеризує кількість вільних жирних кислот, що містяться в 1 г жиру, визначається кількістю міліграмів їдкою калію необхідного для їх нейтралізації [15].

Оскільки соя містить високу кількість жиру, це означає, що 4% є максимально допустимим значенням. Отже, вплив температури теплоносія в процесі сушіння досліджували відповідно до результатів досліджень зміни кислотного числа.

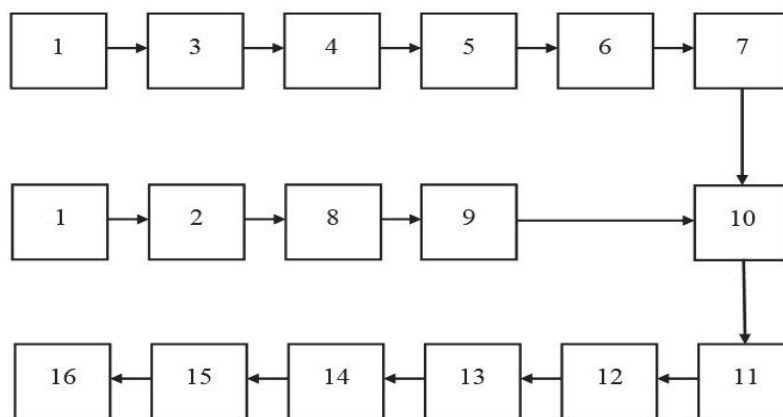
Повторення попередніх досліджень зміни кислотного числа [16] цілих бобів сої, зафіксувало, що в процесі сушіння від впливу температури теплоносія практично не відбувається зміна кислотного числа, але подрібнена соя має інші характеристики в процесі теплової обробки.

Цікаві результати отримано з нових досліджень на соєво – шпинатній суміші. Як видно з рисунку 5, встановлено, що при поєднанні сої з каротиновмісною сировиною, шпинатом характер зміни кислотного числа аналогічний характеру цілих соєвих бобів.



**Рисунок 5. Зміна кислотного числа фітоестрогенної сировини в процесі сушіння**

Проводилися дослідження відновлювання отриманого соєво – шпинатного порошку. Оскільки соя – високобілкововмісна сировина, то еталоном порівняння було прийнято сухий молочний білок. Було зафіксовано, що сухий молочний білок відновлюється за 20 секунд, а соєво – шпинатний порошок за 9 секунд.



1 – приймання сировини; 2 – мийка сої; 3 – інспекція шпинату; 4 – конвеєр інспекційний; 5 – миття та замочування шпинату; 6 – нарізання шпинату; 7 – дозування шпинату;  
8 – дозування сої; 9 - гіротермічна обробка сої; 10 – змішування; 11 - подрібнення; 12 – сушіння; 13 – охолодження; 14 – диспергування; 15 – пакування.

**Рисунок 6. Блок – схема технологічної лінії виробництва фітоестрогенної рослинної сировини**

На базі проведених досліджень фітоестрогенних композицій було розроблено технологічну лінію виробництва фітоестрогенних харчових порошоків [16], блок – схема якої зображена на рисунку 6.

Соеві боби поступають в бункер – приймальник сировини (1), потім у машину для мийки сої (2) з температурою води 18 – 20 °С. Боби після дозатора (8) подають у варочний котел (9) для гіротермічної обробки сої, яка включає двохстадійну термічну обробку: замочування при температурі 50 °С впродовж 60 хв. після термостатування боби промивають проточною водою, в яку виходять розчинні у воді олігосахариди. Після цього, промиті боби варять протягом 20 хв. для інактивації інгібітора трипсину та уреаз.

Ділянка підготовки шпинату складається із бункера – приймальника (1), ділянки для ручної інспекції шпинату (3). Після цього він подається на інспекційний конвеєр (4), де відбувається контроль інспекції шпинату. Потім ступає на машину для миття та замочування (5), після чого на ділянку (6) де відбувається його нарізання. Дозатором (7) подається у змішувач (10) фітоестрогенної сировини.

Підготовлені шпинат та боби після бункера-дозатора (7) і після гіротермічної обробки сої (9) змішуються (10) та подають на машину для подрібнення (11). Сформований матеріал рівномірно розподіляють на сушильну поверхню і подають на сушку (12), а потім охолоджують (13) до температури 20°C.

Висушена сировина поступає на диспергування (14), де подрібнюється до порошкоподібного стану та класифікується в сепараторі (15) до розмірів частинок до 0,16 – 0,5 мм. Отриманий соєво-цибулевий порошок фасують у крафт-мішки та маркують (16).

Створення композиційних сумішей дало можливість зменшити енерговитрати на підготовку сировини до сушіння на 20 – 25%.

**Висновки:** Дотримання рекомендованих етапів попередньої гіротермічної підготовки сировини до сушіння дозволяє інактивувати антихарчові компоненти в соєвих бобах. Поєднання білкововмісної (сої) з каротиновмісною (шпинат) сировиною розширило температурний діапазон зміни кислотного числа в процесі сушіння. Суміш дуже швидко відновлюється, час відновлення – 9 секунд. Використання ступеневого режиму сушіння 100/60°C дозволяє інтенсифікувати процес сушіння соєво – шпинатної суміші і скоротити час сушіння на 25%. В результаті проведених досліджень встановлено, що створення фітоестрогенної суміші з сої та шпинату дозволило зменшити енерговитрати на 20 – 25% на підготовку сировини до сушіння. На основі проведених досліджень запропоновано теплотехнологію для сушіння фітоестрогенної рослинної сировини.

#### Література:

1. Бойко О. О. Розробка стратегії розвитку ринку сої в сучасних умовах. Агросвіт, № 4, 2013. – с. 62 – 68.
2. Дробот В.Б. Сучасний стан і перспективи використання продуктів переробки сої у хлібопекарській, макаронній, кондитерській та харчоконцентратній промисловості. Наукові праці, випуск 21. – с. 295 – 298.
3. Капрельянц Л.В. Соеві продукти та інгредієнти: хімія, технологія, використання. – Київ: Монографія, «ТЕС», 2014. – 194с.
4. Звіт USDA. Огляд ринку олійних культур <https://agrex.gov.ua/zvit-usda-oglyad-rinku-oliynih-kultur/>
5. Метлицкий Л. В. Основы биохимии плодов и овощей / Метлицкий Л. В. – М.: Экономика, 1976. – 349 с.
6. Andreana L. Ososki, Edward J. Kennelly. Phytoestrogens: a Review of the Present State of Research. Phytotherapy research. Phytother. Res. 17, 2003. – p. 845–869.

7. Снежкін Ю.Ф., Петрова Ж.О. Тепломасообмінні процеси під час одержання каротиновмісних порошків. - Київ: ВД «Академперіодика», 2007.-162 с.
8. Jocelem Mastrodi Salgado, Carlos M. Donado-Pestana. Soy as a Functional Food. Soybean and Nutrition. Rijeka, Croatia & Shanghai, China. September, 2011. - pp. 21 – 44.
9. Снежкін Ю.Ф., Муляр В.П., Дабіжа Н.О. Аналіз сучасних способів сушіння та розробка оптимального режиму сушіння колоїдних капілярно-пористих матеріалів у теплонасосній сушарці з комбінованим теплопідводом // *Кераміка: наука і життя*. 2016. Т. 1, вип. 30. С. 42-48.
10. Петрова Ж.О., Слободянюк К.С. Попередня підготовка фітоестрогенної сировини до сушіння / Збірник тез доповідей XI міжнародної науково – практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання». – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – с. 56 – 58.
11. Petrova Zh.O., Slobodianiuk K.S. Energy effective drying modes of soy-vegetable compositions // *Ukrainian Journal of Food Science*. - 2017. - Volume 5, Issue 1. - P. 150 – 160.
12. Сушеные овощи и фрукты / В.А. Воскобойников, В.Н. Гуляев, З.А. Кац, О.А. Попов. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 190 с.
13. Петрова Ж.О., Слободянюк К.С. Інтенсифікація процесу сушіння соєво-шпинатної композиції / Матеріали X Міжнародної науково-практ. конф. «Проблеми теплофізики та теплоенергетики», Київ: ІТТФ НАНУ, 23-26 травня 2017. Ел.ресурс: [http://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2017/06/s3\\_tezi\\_18.pdf](http://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2017/06/s3_tezi_18.pdf)
14. Петрова Ж.О. Слободянюк К.С. Получение неэнергоёмких фитоэстрогенных растительных порошков. *Scientific Works*, 81(1). 2017. – с. 110 – 114.
15. Дідора В.Г., Дербон І.Ю. Технологічні показники якості льону олійного залежно від елементів технології вирощування в умовах полісся України // *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. Т. 1, вип. 6. С. 71-79.
16. Петрова Ж.О. Створення енергоефективних теплотехнологій виробництва функціональних харчових порошків сушки : дис. ... докт. техн. наук : 05.14.06. – Київ, ІТТФ НАНУ, 2013.

#### References:

1. Boiko O. O. Rozrobka stratehii rozvytku rynku soi v suchasnykh umovakh. *Ahrosvit*, № 4, 2013. – с. 62 – 68.
2. Drobot V.B. Suchasnyi stan i perspektyvy vykorystannia produktiv pererobky soi u khlibopekarskii, makaronnii, kondyterskii ta kharchokontsentratnii promyslovosti. *Naukovi pratsi*, випуск 21. – с. 295 – 298.
3. Kapreliants L.V. Soievi produkty ta inhrydiienty: khimiia, tekhnolohiia, vykorystannia. – Kyiv: Monohrafiia, «TES», 2014. – 194s.
4. Zvit USDA. Ohliad rynku oliinykh kultur <https://agrex.gov.ua/zvit-usda-oglyad-rinku-oliynih-kultur/>
5. Metlytskyi L. V. Osnovy byokhymyу plodov y ovoshchei / Metlytskyi L. V. – М.: Ekonomyka, 1976.– 349 s.
6. Andreana L. Ososki, Edward J. Kennelly. Phytoestrogens: a Review of the Present State of Research. *Phytotherapy research*. *Phytother. Res.* 17, 2003. – p. 845–869.
7. Sniezhkin Yu.F., Petrova Zh.O. Тепломасообмінні процеси під час одержання каротиновмісних порошків. - Київ: ВД «Академперіодика», 2007.-162 с.
8. Jocelem Mastrodi Salgado, Carlos M. Donado-Pestana. Soy as a Functional Food. Soybean and Nutrition. Rijeka, Croatia & Shanghai, China. September, 2011. - pp. 21 – 44.
9. Sniezhkin Yu.F., Muliar V.P., Dabizha N.O. Analiz suchasnykh sposobiv sushinnia ta rozrobka optymalnoho rezhymu sushinnia koloidnykh kapiliarno-porystykh materialiv u teplonasosnii sushartsi z kombinovanyim teplopidvodom // *Keramyka: nauka y zhyzn*. 2016. Т. 1, вып. 30. С. 42-48.
10. Petrova Zh.O., Slobodianiuk K.S. Poperednia pidhotovka fitoestrohennoi syrovyny do sushinnia / Zbirnyk tez dopovidei KhI mizhnarodnoi naukovo – praktychnoi konferentsii studentiv, aspirantiv i molodykh vchenykh «Resursoenerhozberihaiuchi tekhnolohii ta obladnannia». – К.: NTUU «КПІ», 2016. – с. 56 – 58.
11. Petrova Zh.O., Slobodianiuk K.S. Energy effective drying modes of soy-vegetable compositions // *Ukrainian Journal of Food Science*. - 2017. - Volume 5, Issue 1. - P. 150 – 160.
12. Sushenye ovoshchy y frukty / V.A. Voskoboinykov, V.N. Huliaeв, Z.A. Kats, O.A. Popov. – М.: Pyshevaia prom-st, 1980. – 190 s.
13. Petrova Zh.O., Slobodianiuk K.S. Intensyfikatsiia protsesu sushinnia soievo-shpynatnoi kompozytsii / Materialy Kh Mizhnarodnoi naukovo-prakt. konf. «Problemy teplofizyky ta teploenerhetyky», Kyiv: ІТТФ НАНУ, 23-26 травня 2017. Ел.ресурс: [http://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2017/06/s3\\_tezi\\_18.pdf](http://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2017/06/s3_tezi_18.pdf)
14. Petrova Zh.O. Slobodianiuk K.S. Poluchenye neenerhoemkykh fytoestrohennykh rastytelnykh poroshkov. *Scientific Works*, 81(1). 2017. – с. 110 – 114.
15. Didora V.H., Dербон I.Iu. Tekhnolohichni pokaznyky yakosti lonu oliinoho zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh polissia Ukrainy // *Silke hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2017. Т. 1, вып. 6. С. 71-79.

16. Petrova Zh.O. Stvorennia enerhoefektyvnykh teplotekhnolohii vyrobnytstva funktsionalnykh kharchovykh poroshkiv sushky : dys. ... dokt. tekhn. nauk : 05.14.06. – Kyiv, ITTF NANU, 2013.

УДК 664.3:602

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ХЛАДОНОВЫХ ЭКСТРАКТОВ ЛАВРОВОГО ЛИСТА

Потапов В.А., профессор, доктор технических наук,

Евлаш В.В., профессор, доктор технических наук,

Белый Д.В, аспирант

Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков

## EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE QUALITATIVE COMPOSITION OF CHLADONE EXTRACTS OF BAY LEAF

Potapov V.O., Yevlash V.V. Bilyi D.V,

Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Ukraine

**Аннотация.** Рассмотрены особенности применения экстрактов листьев лавра в пищевых производствах. Проанализированы экстракционные и экологические преимущества экстракции сжиженными газами, приведены традиционные методы извлечения растительного масла, а также их сравнительные характеристики. Показаны стадии технологического процесса экстрагирования лаврового масла с помощью сжиженных хладон, оценены органолептические показатели конечного продукта. Определено, что использование современного метода хладонной экстракции сжиженными газами позволяет выделить экстракт с значительно большим количеством ароматообразующих веществ. Сопоставлены полученные значения числа аромата с показателями для водно-спиртовой экстракции, которые превышают последние в несколько раз. Описаны исследования экстрактов методом газовой хроматографии, в результате которого выявлено более 50 компонентов, среди которых особый интерес представляют жирные кислоты и эфирные производные.

**Abstract.** The features of the use of laurel leaf extracts in food production are considered. The extraction and environmental advantages of extraction with liquefied gases were analyzed, traditional methods of extracting vegetable oil, as well as their comparative characteristics were given. The stages of the technological process of extraction of laurel oil using liquefied chladone are shown, the organoleptic characteristics of the final product are evaluated. It was determined that the use of the modern method of chladone extraction with liquefied gases allows extracting an extract with a significantly larger amount of aroma-forming substances. The obtained values of the aroma number are compared with the indices for water-alcohol extraction, which exceed the latter several times. Studies of extracts by gas chromatography have been described, as a result of which more than 50 components have been identified, among which fatty acids and ether derivatives are of particular interest.

**Ключевые слова:** лавровый лист, добавка, газовая хроматография, число аромата, сжиженные хладоны, экстракт.

**Keywords:** bay leaf, additive, gas chromatography, flavor number, liquified chladoni, extract.

**Постановка проблемы в общем виде.** Основными способами получения масла лавра благородного является пародистилляция и экстракция органическими растворителями. В процессе пародистилляции существенным недостатком является частичная или полная деструкция термолабильных компонентов при высокой температуре. Недостатком экстракции органическими растворителями являются химическая агрессивность растворителей. Кроме того возникает вопрос удаления остатков растворителей с конечного продукта, ведет к дополнительным расходам и увеличению трудоемкости технологии. Поэтому актуальным является поиск альтернативных методов получения эфирных масел, свободных от нежелательных примесей, которые сохраняют свой состав, максимально близкий к нативному [1].

Сжиженные газы, как растворители, все шире используются для производства высококачественных липидных экстрактов из различного биологического сырья. Это обусловлено выдающимися технологическими преимуществами данного метода и тем, что экстракты, полностью сохраняют нативную структуру молекул, вкусовые и ароматические качественные показатели исходного сырья и содержат меньше посторонних примесей. Технологии хладонной экстракции, имеющие высокие экстракционные свойства, позволяют извлечь широкий спектр биологически активных веществ и изменять состав получаемых фракций, что особенно важно при производстве пищевых продуктов [2-3].

Сжиженные хладоны, с вязкостью менее чем в традиционных растворителях характеризуются, как экстрагенты с лучшими диффузионными свойствами. В химическом отношении они индифферентны по отношению к липидным фракциям, которые выделяют. Не токсичны, пожаро- и взрывобезопасные [4]. Низкие значения теплоты испарения и температуры кипения сжиженных газов позволяют быстро удалять газ из

BIOTECHNOLOGY	
<b>Nisha Kesari</b> .....	100
ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ВИПАРОВУВАННЯ І СУШІННЯ ОДИНИЧНИХ КРАПЕЛЬ БАКТЕРІАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ «ФГ-5»	
<b>Переяславцева О.О.</b> .....	102

## ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

ПЕКТИНОВМІСНИЙ ПРОДУКТ У ВИГЛЯДІ ЧИПСІВ	
<b>Шапар Р.О., Гусарова О.В.</b> .....	108
ДОСВІД СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОДУКТІВ З ГІДРОЛІЗОВАНИМ БІЛКОМ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ	
<b>Авдєєва Л.Ю., Декуша Г.В., Жукотський Е.К.</b> .....	113
ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНА СОНЯШНИКУ У ВІБРОСУШАРЦІ НА ОСНОВІ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОПРОМІНЕННЯ	
<b>Бандура В.М., Ярошенко Л.В.</b> .....	116
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ПРИ ГІДРАТАЦІЇ РОСЛИННИХ ОЛІЇ	
<b>Осадчук П. І.</b> .....	123
РОЗРОБКА ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПОРОШКІВ З ФІТОЕСТРОГЕННОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	
<b>Петрова Ж.О., Слободянюк К.С.</b> .....	129
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ХЛАДОНОВЫХ ЭКСТРАКТОВ ЛАВРОВОГО ЛИСТА	
<b>Потапов В.А., Евлаш В.В., Белый Д.В.</b> .....	136
РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ОЛІЙНО-ЖИРОВОЇ ГАЛУЗІ	
<b>Скляр В. Ю., Крусір Г. В., Коваленко І. В., Кузнєцова І. О.</b> .....	139
ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ МОНОГРАНУЛІРОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИМИТИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	
<b>Басок Б.И., Давыденко Б.В., Тимошенко А.В.</b> .....	145
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРУЮЧОЇ ДОБАВКИ НА КІНЕТИКУ СУШІННЯ ГРИБНОЇ СУСПЕНЗІЇ	
<b>Турчина Т.Я., Жукотський Е.К., Костянець Л.О.</b> .....	149
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ З ГАРБУЗА	
<b>Атаманюк В.М., Гузьова І.О.</b> .....	152
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ВНУТРІШНЬОДИFUЗИЙНОГО МАСОПЕРЕНОСЕННЯ ТА НАСИЧЕННЯ ТЕПЛООВОГО АГЕНТУ ВОЛОГОЮ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ	
<b>Кіндзера Д.П., Госовський Р.Р., Атаманюк В.М.</b> .....	153
ВЫПЕЧКА РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ПАРОКОНВЕКЦИОННОЙ АППАРАТУРЕ	
<b>Кирик И.М., Кирик А.В., Гуринова Т.А.</b> .....	160
ІННОВАЦІЙНІ ТА ЕФЕКТИВНІ СОНЯЧНІ СУШАРКИ ДЛЯ ЦІЛДОБОВОЇ СУШКИ	
<b>Мусій Р.Й., Заборовський А.Б., Желєзко О.П.</b> .....	161
ІННОВАЦІЙНІ СОНЯЧНІ СУШАРКИ НА ОСНОВІ СОНЯЧНИХ ТЕПЛОВИХ ПОВІТРЯНИХ КОЛЕКТОРІВ	
<b>Мусій Р.Й., Заборовський А.Б., Желєзко О.П.</b> .....	162

## МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССУ ОЦЕНКИ ВОДНЫХ РИШЕНЬ У ВАКУУМНОМУ ТА МІКРОВОГО ОБЛАСТІ	
<b>Бурдо О.Г., Гарвилов О.В., Мординський В.П., Сиротюк І.В., Серєда О.О.</b> .....	167
РОЗРОБКА КЛЮЧОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	
<b>Соколова В. І., Крусір Г. В., Шпирко Т. В., Кузнєцова І. О., Коваленко І. В.</b> .....	172
КРИТЕРІЇ ВИБОРУ АДСОРБЕНТІВ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ	
<b>Беляновська О.А., Литовченко Р.Д., Сухий К.М., Прокопенко О.М., Еремін О.О., Суха І.В.</b> .....	179