

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ**  
**УНІВЕРСИТЕТ**



**ЗБІРНИК**  
**НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
***МОЛОДИХ УЧЕНИХ,***  
***АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ***

**Одеса 2023**

## Наукове видання

Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.  
За достовірність інформації відповідає автор публікації.

Рекомендовано до друку та розповсюдження в мережі Internet Вченою радою  
Одеського національного технологічного університету,  
протокол № 14 від 20.06.2023 р.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,  
Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки,  
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова  
Технічний редактор Т.Л. Дьяченко

### Редакційна колегія

Голова: Іванченкова Л.В., д.е.н., професор

Заступник голови Поварова Н.М., к.т.н., доцент

### Члени колегії:

Агунова Л.В., к.т.н., доцент  
Артеменко С.В., д.т.н., професор  
Басюркіна Н.Й., д.е.н., професор  
Бурдо О.Г., д.т.н., професор  
Бордун Т.В., к.т.н., доцент  
Верхівкер Я.Г., д.т.н., професор  
Гапонюк О.І., д.т.н., професор  
Гаркович О.Л., к.б.н., доцент  
Добрянська Н.А., д.е.н., професор  
Жигунов Д.О., д.т.н., професор  
Філіпенко О.І., к.філ.н., доцент  
Згадова Н.С., к.е.н., доцент  
Капрельянц Л.В., д.т.н., професор  
Капустян А.І., д.т.н., доцент  
Коваленко О.О., д.т.н., професор  
Косой Б.В., д.т.н., професор  
Котлик С.В., к.т.н., доцент  
Козак К.Б., д.е.н., професор  
Лагодієнко В.В., д.е.н., професор  
Лебеденко Т.Є., д.т.н., професор  
Ломовцев П.Б., к.т.н., доцент

Макаринська А.В., д.т.н., професор  
Ніколюк О.В., д.е.н., професор  
Немченко В.В., д.е.н., професор  
Осадчук П.І., д.т.н., доцент  
Павлов О.І., д.е.н., професор  
Солоницька І.В., к.т.н., доцент  
Седікова І.О., д.е.н., професор  
Сергєєва О.Є., д.ф-м.н., професор  
Семенюк Ю.В., д.т.н., професор  
Симоненко Ю.М., д.т.н., професор  
Скрипніченко Д.М., к.т.н., доцент  
Соловей А.О., к.т.н., доцент  
Струк Б.І., к.п.н., доцент  
Тіплов О.С., д.т.н., професор  
Тележенко Л.М., д.т.н., професор  
Ткаченко О.Б., д.т.н., професор  
Ткачук Г.О., д.е.н., професор  
Фесенко О.О., к.т.н., доцент  
Хобін В.А., д.т.н., професор  
Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор

### Одеський національний технологічний університет

Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів.  
Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2023. – 395 с.

енерговитратами основаними на теплоті фазового переходу води 2,25 МДж/кг, це говорить про те що значна частина рідини була видалена без перетворення в парову фазу.

Це спостереження говорить що даний процес механодифузії є енергоефективним і перспективним не лише для екстрагування де він допоможе витягнути більшу частину компонентів сировини за менший час, а й у процесі дегідратації де від допоможе витягнути рідину з глибини сировини на її поверхню за менший проміжок часу ніж традиційно і вже потім перетворити її на пару або дати можливість іншому модулю зробити це.

Науковий керівник – д-р техн. наук, професор Бурдо О.Г.

### **Література**

1. Burdo O.G., Syrotyuk I.V., Alhury U., Levtrinska J.O. Microwave energy as an intensification factor in the heat-mass transfer and the polyextract formation. Problemele energeticii regionale. – 2018. – Vol. 36, no. 1. – P. 58-71. DOI: 10.5281/zenodo.1217259.

УДК 621.928:[615.322:542.61]

## **КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД СПОСОБІВ ЕКСТРАГУВАННЯ ЛІКАРСЬКОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ**

**Акімов О.В., аспірант 3-го курсу кафедри ПОтаЕМ  
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса**

Сучасне виробництво лікарських препаратів, зокрема екстрактів з лікарської рослинної сировини, ставить високі вимоги до переробки сировини. Ці вимоги пов'язані зі зростаючим попитом на екстракти з рослинної сировини, необхідністю максимально повного та швидкого виснаження сировини і вилучення якомога більшої кількості біологічно активних речовин, мінімальні вилучення баластних речовин, зменшення негативного та руйнівного впливу таких факторів, як температура, вплив мікроорганізмів та ферментів, зменшення трудомісткості процесу. На сьогодні в промисловості переважають більш традиційні методи отримання екстрактів, такі як, ремацерація, перколяція та реперколяція, протиточне екстрагування та ін. Аналіз літературних джерел [1-5], дав змогу виділити ключові переваги та недоліки традиційних та перспективних методів екстрагування лікарської рослинної сировини.

Мацерація, або настоювання – це найстаріший метод отримання настоянок та екстрактів. На сьогоднішній день мацерація, у «класичному» варіанті використовується лише в окремих випадках через невідповідність сучасним вимогам виробництва. Мацерація проводиться у спеціальних мацераційних ємностях. Сировину попередньо подрібнюють а потім заливають екстрагентом. Настоявання зазвичай проводять 7 діб при температурі 15-20 °С з періодичним перемішуванням. Головними перевагами даного методу вважають простоту методу та дешевизну устаткування, гарну освоєність технології та можливість незначної модернізації. До недоліків відносять неповноту вилучення цільових компонентів та великий вміст баластних речовин, високу тривалість процесу, трудомісткість що полягає у завантаженні та розвантаженні ємностей, негативний вплив мікроорганізмів та ферментів на витяг через високу тривалість процесу.

Ремацерація, або дробова мацерація, цей метод заснований на тому, що загальну кількість екстрагента ділять на 3-4 частини і послідовно настоюють рослинну сировину з

кожною частиною, потім зливають витяг. Час настоювання встановлюють в залежності від типу рослинного матеріалу. До переваг відносять те, що сировина виснажується повніше з меншими витратами часу, ніж в мацерації, простота та дешевизна устаткування. До недоліків можна віднести все ще високу тривалість процесу та неповноту вилучення цільових компонентів, більші витрати екстрагенту через набухання матеріалу у процесі настоювання, трудомісткість через необхідність завантажувати та вивантажувати вручну ємності, негативний вплив мікроорганізмів та ферментів.

Метод перколяції полягає у проціджуванні екстрагента через рослинну сировину. Цей метод вважається основним у виготовленні екстрактів та настоянок в умовах промислового виробництва. Екстрагування проводять у спеціальних перколяторах-екстракторах, які складаються з перфорованої сітки, на якій знаходиться сировина та фільтруючого матеріалу. Можуть мати різну форму та конструкції. Метод перколяції проводиться у три стадії. Перша стадія – намочування сировини (набухання), проводять поза перколятором, процес протікає 4-5 годин. Другий етап – настоювання, набухлий матеріал завантажують у перколятор, заливають екстрагентом та залишають настоюватися протягом 24-48 годин. Третій етап – власне перколяція, відбувається безперервне проходження екстрагента через шар сировини та збирання перколяту. Першу порцію витягу у кількості 85 % від маси сировини зливають в окрему ємність і продовжують перколяцію в іншу ємність до виснаження сировини, в підсумку отримують у 5-8 разів більше слабонасиченого витягу, який називають «відпуском», його упарюють під вакуумом до 15 % по відношенню до маси сировини і змішують з першою порцією витягу. Таким чином отримують витяжку зі співвідношенням 1:1. До переваг відносять швидкість процесу, у порівнянні з попередніми методами, можливість повного вилучення екстрактивних речовин з меншою кількістю баластних речовин. До недоліків відносять високу тривалість етапів намочування та настоювання, велику кількість слабонасиченого витягу та подальше його упарювання, необхідність підтримки постійного притоку екстрагента, трудомісткість та використання великих об'ємів екстрагенту.

Різновидом перколяції є метод реперколяції. Реперколяція, або багатократна (повторна) перколяція являє собою процес повторення екстрагування в батареї перколяторів. Існує багато схем реперколяції. Головною відмінністю є те, що сировину ділять на кілька рівних або нерівних частин, процес проводять у кількох перколяторах, кількість складає від 3 до 10, які працюють у взаємозв'язку. Ще однією особливістю є те, що в батареї здійснюється протиток сировини та екстрагента завдяки тому, що злив готового витягу проводиться з «головного» перколятора, в якому завжди свіжа сировина, і витяг з найвищою концентрацією, а свіжий екстрагент подається у «хвостовий» перколятор, в якому знаходиться виснажена сировина. Переваги методу реперколяції, такі ж самі, як і в перколяції, окремо можна виділити те, що при реперколяції розподіл сировини на частини дозволяє повніше виснажити сировину. Недоліки методу реперколяції такі ж самі, як і в перколяції, але до недоліків можна ще віднести складність конструкції батареї перколяторів.

Сутність методу протиточного екстрагування полягає у поступовому просуванні чистого екстрагента від більш виснаженої сировини до менш виснаженої. Безперервне переміщення рідкої та твердої фази сприяє досягненню високої різниці концентрацій і створенню ефективної поверхні екстракції, що в підсумку приводить до значної інтенсифікації процесу. Даний метод використовується для великомасштабного виробництва, де переробляють великі обсяги лікарської рослинної сировини. Переміщення сировини та екстрагенту в апаратах здійснюється за допомогою різних транспортних пристроїв: стрічок, шнеків, дисків, ковшів. До переваг даного способу відносять можливість автоматизації процесу, значно меншу тривалість, низькі витрати екстрагенту та сировини, велика кількість способів організації процесу. До недоліків відносять складність конструкції

та незручне обслуговування, підвищений вміст баластних речовин через механічну дію на сировину та підвищені енерговитрати.

Метод циркуляційного екстрагування заснований на багаторазовому екстрагуванні рослинної сировини однією і тією ж порцією легколетючого екстрагента. Екстракційна установка працює за принципом апарату Сокслета у замкнутому циклі безперервно та автоматично. Установка складається із з'єднаних між собою перегінного куба, екстрактора, холодильника-конденсатора та збірника конденсату. В якості екстрагенту використовуються леткі органічні розчинники, з низькою температурою кипіння: етиловий ефір (34,5 °C), хлороформ (61,3 °C), метиленхлорид (40,0 °C) та їх суміші. Циркуляція екстрагента проводиться багаторазово до виснаження рослинної сировини. Принцип роботи даного методу полягає в тому, що після певного часу настоювання, насичений витяг через сифонну трубку потрапляє у перегінний куб, випаровується, конденсується і вже ненасичений екстрагент знову потрапляє на сировину, а концентрований витяг залишається у перегінному кубі. До переваг даного методу відносять автоматизацію процесу, максимальне виснаження сировини, низькі втрати екстрагенту через його постійну регенерацію та скорочення загальної тривалості процесу. Із недоліків можна відмітити використання специфічних екстрагентів, тривалий тепловий вплив на екстрактивні речовини, витрати тепла на випаровування екстрагенту та високі втрати теплоносія.

По мірі удосконалення традиційних методів екстрагування, виробництво зіштовхнулося з проблемою малої ефективності подальшої модернізації традиційного обладнання. Тому, поступово почали застосовувати нові способи та інноваційні методи обробки сировини для інтенсифікації різних видів дифузії. В літературі [1-3, 5] постерігається тенденція з переходу від традиційних та інтенсивних методів екстрагування до дослідження та переходу до перспективних із застосуванням електромагнітного поля, ультразвуку, електричної обробки. До інтенсивних методів екстрагування відносять турбоекстракцію (вихрову екстракцію). Турбоекстракція заснована на інтенсивному вихровому перемішуванні екстрагента та сировини мішалками різного типу, зі швидкістю обертання 8000-13000 об/хв. Рідина рухається по спіралеподібних траєкторіях, при цьому відбувається інтенсифікація масообмінних процесів з різким зменшенням товщини дифузійного шару на межі розділу фаз. До переваг даного методу можна віднести час екстрагування, що складає 10 хв, подрібнення сировини у процесі, насичені витяги. Недоліками є складність конструкції апарату, підвищені температури процесу, витяги хоч і насичені, але дуже мутні через надмірне подрібнення, складна очистка витягів.

Ультразвукове екстрагування засноване на використанні ультразвукових коливань. Інтенсифікація масообмінних процесів відбувається завдяки утворенню сильних вихрових та турбулентних течій, тиску, гідродинамічних потоків, перемішуванню, руйнуванню клітин та вимиванню компонентів з них. Перевагами даного методу вважається скорочення часу екстрагування до 40 хв, руйнування клітин та вимивання з них речовин, відносно невисокі температури 30-60 °C та зменшення трудомісткості. Цей перспективний метод володіє рядом недоліків, до яких відносять дороге обладнання, наявність окисно-відновних процесів під час обробки, можлива зміна властивостей біологічно активних речовин, високий вміст баластних речовин та зависів у витягах та подальша складність їхньої очистки, тонкі налаштування параметрів процесу.

Екстрагування за допомогою мікрохвильового випромінювання засновано на впливі електромагнітного поля на полярні молекули води у капілярах, які під його впливом починають швидко обертатись, підвищується температура, утворюється паровий пузир, який рухається на поверхню капіляру до дифузійного приграничного шару захоплюючи із собою як слаботорозчинні сполуки, так і нерозчинні. При цьому відбувається руйнування структури клітин, що полегшує вимивання та вихід біологічно активних речовин. Даний ефект має

назву «механодифузія». За рахунок цього є можливість отримувати більш насичені екстракти з ширшим спектром дії ніж ті, що отримуються традиційними методами. Також, за допомогою даної технології є можливість отримувати поліекстракти з лікарської рослинної сировини. Метод має багато переваг, серед яких можна відмітити підвищений вихід екстрактивних речовин, невисокий час екстрагування та відносно невисокі температури з можливістю роботи в вакуумі, руйнування клітин і тканин разом з вилученням слаботорозчинних та нерозчинних сполук завдяки ефекту «механодифузії», знищення мікроорганізмів з мінімальним впливом на сировину. Даний метод екстрагування вже давно вивчається на кафедрі ПОтаЕМ, були розроблені декілька лабораторних установок з різним принципом дії, заснованим на мікрохвильових технологіях, які добре себе проявили під час екстрагування різної рослинної сировини.

Науковий керівник – д-р техн. наук, професор Бурдо О.Г.

### Література

1. Чуєшов В.І., Гладух Є.В., Сайко О.А., та ін. Технологія ліків промислового виробництва: підручник для студ. вищ. навч. закл. : 2 вид. – Вінниця: Нова Книга. – 2014. – 696 с.
2. Хохленкова Н.В., Буряк М.В. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ЕКСТРАКЦІЇ ЛІКАРСЬКОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ // URL: [sworld.com.ua/simpoz11/9.pdf](http://sworld.com.ua/simpoz11/9.pdf).
3. Іщенко, В.І. Промислова технологія лікарських засобів. : 2-е вид. – Вітебськ: ВДМУ. – 2012. – 567 с.
4. Пономарьов В.Д. Екстрагування лікарської сировини. – М.: Медицина, 1976. – 202 с.
5. Мініна С.А., Хімія та технологія фітопрепаратів. – М.: ГЕОТАР-МЕД, 2004. – 560 с.
6. Тіхонов А.І., Ярних Т.Г. Технологія ліків: Навч. підручник для фармац. вузів та фак. – Х.: Вид-во НФАУ «Золоті сторінки», 2002. – 704 с.

УДК 697.91.94.97

## ОБГРУНТУВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОВІТРЯ У СИСТЕМАХ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Фурсенко О.О., аспірант

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Огляд методів енергозбереження в системах кондиціювання через масштабність проблеми ставить техніко-економічну задачу, рішення якої може бути корисним на ранній стадії проектування [1,2].

Технічні заходи передбачають: систематичне підтримання чистоти в приміщеннях і на робочих місцях; розробку та конструювання обладнання, що виключає виділення пилу, газів та пари, шкідливих речовин у виробничих приміщеннях; забезпечення санітарно-гігієнічних вимог до повітря виробничого середовища; улаштування систем вентиляції та кондиціювання робочих місць із шкідливими умовами праці; забезпечення захисту працюючих від шуму, ультра – та інфразвуку, вібрації, різних видів випромінювання.

Треба підтримати мікроклімат виробничих приміщень тобто метеорологічні умови внутрішнього середовища цих приміщень, які визначаються спільною дією на організм

## РОЗДІЛ 2 – ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ. ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ГРУНТОВОГО РЕГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ТЕПЛИЦЬ<br><b>Мукмінов І.І.</b> .....                              | 76 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТУ МЕХАНОДИFUЗІЇ<br><b>Молчанов М.Ю., Сиротюк І.В.</b> .....                                       | 79 |
| КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД СПОСОБІВ ЕКСТРАГУВАННЯ ЛІКАРСЬКОЇ РОСЛИННОЇ<br>СИРОВИНИ<br><b>Акімов О.В.</b> .....                | 81 |
| ОБГРУНТУВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОВІТРЯ У СИСТЕМАХ<br>КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ<br><b>Фурсенко О.О.</b> .....           | 84 |
| АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ<br>МІКРОХВИЛЬОВОГО ЕКСТРАГУВАННЯ<br><b>Аль-Хамад І.М.</b> ..... | 86 |
| ІНОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ОСУШЕННЯ ПОВІТРЯ В БАСЕЙНАХ<br><b>Крушельницький Д.О.</b> .....                                 | 89 |
| ПРО СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИЩІЙ ТЕХНІЧНІЙ ШКОЛІ<br><b>Якубаш І.В., Воїнова С.О.</b> .....              | 92 |

## РОЗДІЛ 3 – СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ М'ЯСА, МОРЕПРОДУКТІВ, МОЛОЧНИХ, ОЛІЙНО-ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ІНДУСТРІЇ КРАСИ

|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| APPLICATIONS OF ULTRASONIC ENERGY IN THE FOOD INDUSTRY<br><b>Fugol A.G., Fugol V.G., Tagirov R.A.</b> .....                                                        | 95  |
| CAVITATION IN THE FOOD INDUSTRY<br><b>Fugol A.G., Fugol V.G., Tagirov R.A.</b> .....                                                                               | 96  |
| SAFETY AND HIGH ORGANOLEPTIC INDICATORS OF FERMENTED PRODUCTS<br>ARE THE BASIS FOR THE FORMATION OF A MODERN LOCAL FISH<br>RESTAURANT<br><b>Barisheva Y.</b> ..... | 97  |
| ПРОЄКТУВАННЯ РЕЦЕПТУР РИБНИХ КОНСЕРВІВ З ВОДНОЇ СИРОВИНИ В<br>ГЕЛЕПОДІБНИХ ЗАЛИВКАХ<br><b>Велісар Х.І., Кушніренко А.Д.</b> .....                                  | 99  |
| РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ РИБНИХ КОНСЕРВІВ З МАЛОЦІННИХ ОБ'ЄКТІВ<br>ТОВАРНОГО РИБНИЦТВА<br><b>Радіш М.В., Волковинська Е.С.</b> .....                                 | 102 |
| ВИМОГИ ДО СИРОВИНИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ КОМПОНЕНТІВ ПРИ<br>ВИРОБНИЦТВІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ<br><b>Трубніков В., Марініч О.</b> .....                                | 106 |
| ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРЯНО-АРОМАТИЧНОЇ СИРОВИНИ У<br>ВИРОБНИЦТВІ СИРУ МОЦАРЕЛИ<br><b>Ільченко Вероніка</b> .....                                               | 107 |
| КОРИСНІ ВЛАСТИВОСТІ МАСЛА ГХІ У ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ ТА ІНДУСТРІЇ<br>КРАСИ<br><b>Мирончук Олена</b> .....                                                               | 109 |
|                                                                                                                                                                    | 386 |