

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

УДК 532.528:66.061

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ

Гоженко Л. П. канд. техн. наук, Коник А. В. канд. техн. наук, ст. наук.
співр.,

Радченко Н. Л. канд. техн. наук, ст. наук. співр., Целень Б. Я. канд. техн. наук,
ст. наук. співр., Недбайло А. Є. канд. техн. наук

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

ENERGY EFFICIENT EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF PLANT EXTRACTS

L. Hozhenko Ph.D., A. Konyk Ph.D., senior researcher, N. Radchenko Ph.D.,
senior researcher, B. Tselen Ph.D., senior researcher, A. Nedbailo Ph.D.

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv

Анотація: Статтю присвячено застосуванню потужних кавітаційних механізмів, які на сьогодні є одним з найбільш діючих способів досягнення високих енергетичних показників у технологіях обробки рідинних дисперсних середовищ. На базі літературного огляду встановлено, що застосування кавітаційних пристроїв дозволяє радикально впливати на характер протікання тепломасообмінних, гідродинамічних, хімічних та біофізичних процесів на мікро- та нанорівнях. Описано принцип роботи розробленого в Інституті технічної теплофізики НАН України кавітаційного реактора пульсаційного типу для екстракції рослинної сировини. Проаналізовано основні динамічні ефекти, які інтенсифікують процеси гідродинаміки і тепломасообміну в пульсаційному апараті. Представлено результати експериментальних досліджень водної екстракції чистотілу при застосуванні кавітаційного механізму. Обґрунтовано та встановлено раціональний ступінь подрібнення трави чистотілу для подальшої обробки в апараті пульсаційного типу. Наведено фізико-хімічні параметри водного екстракту чистотілу залежно від температурних режимів обробки. Визначено залежності солемісту, електропровідності, окисно-відновного потенціалу, водневого показника водної системи (рН), кількості сухих речовин в отриманому екстракті від тривалості кавітаційної обробки. Встановлено, що кавітаційний вплив на середовище приводить до зниження окисно-відновного потенціалу водної системи пропорційно зниженню імпульсів тиску. На основі отриманих результатів досліджень процесу кавітаційної екстракції чистотілу показано, що застосування кавітаційного реактора пульсаційного типу забезпечує максимальний вихід цільових компонентів за короткий час при порівняно низьких температурах. Надано рекомендації щодо температурних режимів процесу екстракції трави чистотілу за умови ініціювання кавітаційних механізмів при оптимальних технологічних параметрах процесу і режимах роботи пульсаційного апарата. Проведено оцінювання ефективності процесу екстракції в кавітаційному реакторі пульсаційного типу та доведено його енергоефективне застосування в різних галузях промисловості. Встановлено, що найбільш економічно доцільною сферою застосування дослідженого екстракту чистотілу, отриманого в кавітаційному реакторі пульсаційного типу, є косметична промисловість.

Abstract: The article is devoted to the use of powerful cavitation mechanisms which today is one of the most effective ways to achieve high energy performance processing technologies in liquid dispersion media. Based on the literature review found that the application of cavitation devices can drastically affect the character of heat and mass transfer, hydrodynamic, chemical and biophysical processes at the micro- and nanoscale. Describes the work developed by the Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine pulsating cavitation reactor type extraction plant materials. The basic dynamic effects that intensify the processes of hydrodynamics and heat transfer in the pulsating apparatus. The results of experimental studies Celandine water extraction in the application of cavitation mechanism. Grounded and set reasonable degree of grinding celandine herbs for further processing in the apparatus pulsating type. An

physico-chemical parameters of aqueous extract of celandine depending on the temperature conditions of processing. The dependence of salt content, conductivity, redox potential, pH of the water system, the amount of solids in the extract obtained from the duration of cavitation treatment. Established that the cavitation effect on the environment resulting in lower redox potential of the water system proportionally reduce pressure pulses. Based on the research results cavitation extraction process celandine shown that the application of cavitation reactor pulsating type for maximum yield components in a short time at relatively low temperatures. The recommendations on the extraction process temperature conditions subject celandine herbs initiate cavitation mechanisms for optimal technological parameters of the process and pulsating modes of the machine. An evaluation of the efficiency of the extraction process in a pulsating cavitation reactor type and its proven energy efficient use in various industries. It has been established that the most economically feasible field of application of the investigated extract of chi-stotil obtained in the cavitation reactor of the pulsating type is the cosmetic industry.

Ключові слова: кавітація, екстракція, пульсаційний апарат, рослинна сировина.

Keywords: cavitation, extraction, pulsation device, plant raw material.

Основним завданням при розробці енергоефективних технологій є підвищення техніко-економічних показників виробництва при переробці сировини. Зокрема, підвищення продуктивності обладнання і зниження енерговитрат на проведення технологічних операцій передбачає створення та впровадження ефективних апаратів з малою питомою енергоємністю і матеріалоємністю, високим ступенем впливу на оброблювані речовини. Аналіз зарубіжної літератури та патентний пошук показав, що переважна більшість наукових робіт спрямована на пошук нових методів впливу на середовище в процесах диспергування, гомогенізації, екстракції тощо. В більшості робіт основна увага акцентована на інтенсифікації процесів екстракції та диспергування з застосуванням апаратів, в яких реалізується механізм знакоперемінного тиску [1 – 7]. В публікаціях [3, 5, 8, 9] детально розглянуто пульсаційний вплив на середовище в процесі обробки і представлено широке впровадження результатів в різних ресурсо-енергоощадних технологіях.

Актуальною проблемою завжди залишається економічне, раціональне, ресурсозбережне та енергоефективне отримання біологічно активних компонентів природного походження для подальшого застосування у різних галузях промисловості. В провідних економічно розвинених країнах світу рослинні екстракти віднесені до групи косметично-активних речовин і широко використовуються при виробництві косметичних товарів та продаються як сировина для їх одержання. В статті наведено результати комплексного дослідження технологічних режимів отримання біологічно активних компонентів на прикладі чистотілу, оскільки його водний екстракт має одночасно протимікробну, фагоцитарну, мітотичну і антиоксидантну активність і може використовуватись в різних галузях.

Експериментальні дослідження процесу екстракції чистотілу проводились на розробленому в ІТТФ НАН України енергоефективному кавітаційному реакторі пульсаційного типу. Принципову схему представлено на рис. 1. Принцип роботи апарата полягає в наступному: суміш екстрагента з подрібненою рослинною сировиною знаходиться у завантажувальному резервуарі під атмосферним тиском p_a при температурі T_1 . В процесі роботи екстрактора рідинна суміш надходить в робочу камеру із резервуара або витікає з камери в резервуар через циліндричну трубу, яка герметично з'єднана з нижньою поверхнею камери. Верхня і нижня поверхні робочої камери мають форму кульового сегмента, між якими знаходиться еластична мембрана, що відокремлює рідинний та газовий тракти апарата. Через отвір на верхній поверхні робоча камера з'єднується із газовим трактом. Трьох ходовий електромагнітний клапан УЕ 24/1-2 періодично з заданими інтервалами часу підключає камеру до ресивера високого тиску (РВТ), з'єданого з компресором РМ-3102.00, або ж до ресивера низького тиску (РНТ), підключеного до вакуумного насоса рідинно кільцевого типу ВВН-1,5/0,4. Величини тиску в РВТ задаються в інтервалі $p_{\text{comp}} \cong 0,2 \div 0,5$ МПа, а в РНТ – в інтервалі $p_{\text{vac}} = 0,001 \div 0,003$ МПа. На стадії підключення камери до РВТ мембрана під дією високого тиску інтенсивно виштовхує рідину з камери через трубу в резервуар. При перекритті мембраною отвору на нижній поверхні камери вся рідина виходить з камери. В цей момент швидкість течії в трубі досягає максимального значення (близько 10 м/с) і рідина продовжує рухатися вниз по трубі за інерцією (без контакту з мембраною). Після відриву рідинної суміші від мембрани у верхній частині труби утворюється порожнина під вакуумом з безперервно зростаючим об'ємом, що поступово заповнюється паром. Встановлено, що внаслідок швидкого руху стовпа

рідини тиск пари в порожнині суттєво нижчий тиску насиченої пари $p_{\text{sat}}(T_1)$. Тиск в рідині на границі з порожниною миттєво понижується від величини $p_{\text{comp}} \cong 0,3 \text{ МПа}$ до $p_1 < p_{\text{sat}}(T_1) \cong 0,002 \text{ МПа}$, що приводить до закипання рідинної суміші поблизу вільної поверхні.

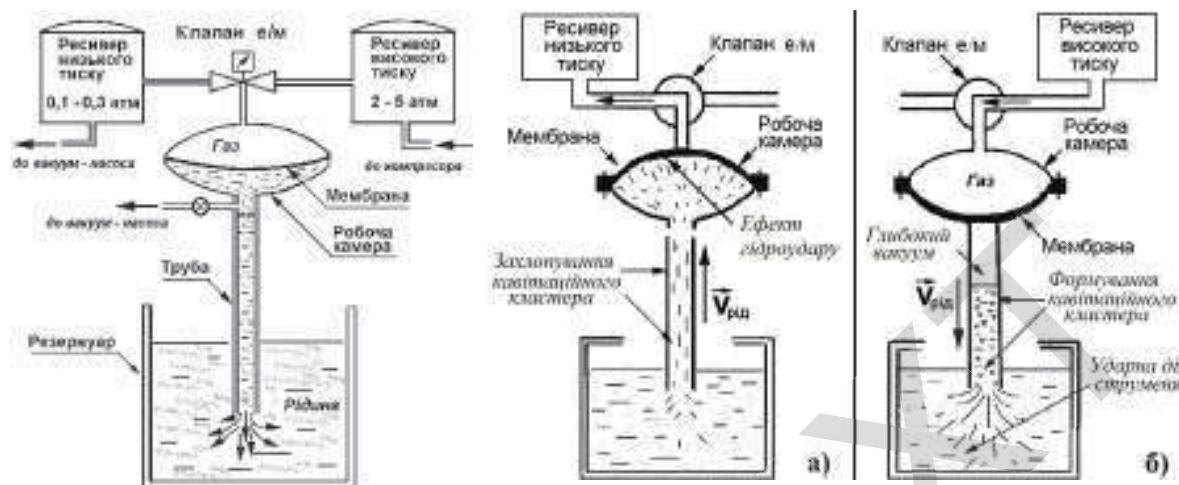


Рис. 1. Принципова схема кавітаційного реактора пульсаційного типу та основні динамічні ефекти: а) стадія впуску рідини в робочу камеру; б) стадія виштовхування рідини з камери

Встановлена різниця тисків $p_a - p_{\text{sat}}(T_1)$ та дія сили тертя об стінку спричиняють різке гальмування рідинної суміші в трубі, яка потім змінюючи напрям, рухається зі зростаючою швидкістю до камери доки не дійде вхідного отвору в камеру. Якщо до цього моменту камера все ще підключена до РВТ, то вхід в камеру перекритий, і рідинна суміш, що рухається відразу зупиняється. Якщо ж камера з'єднана з РНТ, то рідинна суміш із труби швидко заповнює камеру і зупиняється на мембрані, що прилягає до верхньої поверхні камери. В обох випадках миттєва зупинка потоку ініціює явище гідравлічного удару. При наступному підключенні камери до РВТ цикл повторюється. Частота повторень циклів в залежності від режиму, знаходиться в діапазоні $0,5 \div 1,5 \text{ Гц}$.

На рис. 1 показані основні динамічні ефекти, що реалізуються в кавітаційному екстракторі. До них відносяться: динамічний вплив струменя, що витікає з труби в резервуар і сприяє інтенсивному турбулентному перемішуванню суміші; вплив гідравлічного удару, що виникає внаслідок гальмування зворотного потоку на поверхні мембрани, який супроводжується височастотним змінням стиснення та розрідження в камері й трубі та, як наслідок, виникненням вторинних кавітаційних ефектів. Найбільш потужні кавітаційні ефекти виникають після виходу рідини з камери в трубу внаслідок порушення суцільності потоку в момент перекриття отвору мембраною. При цьому тиск на верхній границі рідини $p_{10} = 0,3 \text{ МПа}$ миттєво спадає до від'ємного значення з амплітудою $-0,3 \text{ МПа}$. Падіння тиску обумовлено ефектом розтягу вільного стовпа рідини, яка до цього була стиснена. Явище, що виникає в момент миттєвого перекриття вхідного отвору, за своєю природою властиве другій і третій стадіям гідравлічного удару. Імпульс від'ємного тиску від вільної поверхні рідини розповсюджується вздовж труби до вихідного перерізу каналу зі швидкістю звуку в рідині c_{ac} , а потім повертається у формі імпульсу стиснення. При довжині труби $L = 60 \text{ см}$ імпульс проходить цю відстань за $0,4 \text{ мс}$. Відповідно до теорії гідравлічного удару час існування імпульсу від'ємного тиску всередині труби визначається співвідношенням $\Delta\tau_{\text{Pmin}} = 2L/c_{\text{ac}}$ і складає приблизно $0,8 \text{ мс}$. За цей проміжок часу рідина в трубі встигає переміститися лише на 8 мм . З цього випливає, що фаза розтягу в зоні рідини поблизу її вільної поверхні продовжується близько $0,8 \text{ мс}$, а потім настає фаза стиснення, при якій $p_1 \gg p_a$.

Отже, в результаті розриву суцільності потоку і раптового розтягу рідини вниз по трубі проходить імпульс від'ємного тиску. При цьому виникають і формуються з інтенсивним зростанням парові бульбашки в екстрагенті протягом часу, за який фронт розрідження досягне вихідного

перерізу труби. Наступний фронт стиснення, що розповсюджується в напрямі камери приводить до миттєвого захоплення бульбашок з виникненням потужних мікро масштабних кавітаційних ефектів. Якщо декремент затухання коливань знакозмінного тиску невеликий, то процес зростання і захоплення парових бульбашок за час перекриття отвору камери мембраною буде спостерігатися багаторазово.

У вище описаному фізичному змісті полягає ініціювання основного та найпотужнішого кавітаційного механізму в пульсаційному апараті при застосуванні методу дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ). На представленій фізичній моделі базується проектування енергоефективного кавітаційного обладнання пульсаційного типу для екстракції рослинної сировини різними екстрагентами.

Проведення процесу екстракції із застосуванням тільки інтенсивного перемішування середовища забезпечує умову зростання коефіцієнта конвективної дифузії до нескінченності, тобто конвективне масоперенесення здійснюється миттєво, і коефіцієнт масопередачі визначається тільки коефіцієнтом дифузії в порах рослинної сировини. Ініціювання кавітаційного механізму при обробці в реакторі призводить до значного прискорення процесу на найбільш його повільній стадії, тобто дозволяє впливати на коефіцієнт внутрішньої дифузії. За рахунок інтенсивного коливання частинок системи «тверде тіло – рідина» в місцях тертя відбувається локальне підвищення температури, зменшення в'язкості екстрагента, а отже, і підвищення коефіцієнта внутрішньої дифузії.

Оскільки дослідження проводили з використанням апарата, в якому реалізуються одночасно процеси диспергування і екстракції, то для отримання не забрудненого екстракту трави чистотілу сировину завантажували подрібненою до оптимальних розмірів $l=3\div 5$ см. В ході проведення досліджень встановлено, що при менш тонкому подрібненні різко збільшується кількість розірваних клітин. Це стає причиною вимивання супутніх речовин, які забруднюють водну систему (білки, слизи, пектини та інші високомолекулярні сполуки), що візуально спостерігається при обробці. У результаті проведених експериментальних досліджень отримано водні системи не каламутні, які легко фільтруються.

На основі аналізу економічних і технологічних аспектів відпрацювання процесу екстракції трави чистотілу проводились при температурах 6 і 27 °С та гідромодулі 1:8. Зразки водної системи відбирались в процесі обробки з п'яти хвилинним інтервалом для подальшого визначення фізико-хімічних властивостей за допомогою вимірювального комплексу EZODO PCT-407. У всіх відібраних пробах значення водневого показника знаходилось в межах $pH=6,5\div 6,78$. Однак значення солевмісту (рис. 2 а) та електропровідності (рис. 2 б) при температурі екстракції 27 °С носять стабільніший характер ніж у зразках отриманих при 6 °С. Це можна пояснити не насиченістю розчину при температурі 6 °С, оскільки під час ведення процесу екстракції спостерігається значне локальне підвищення температури і, відповідно, зростання коефіцієнта внутрішньої дифузії. При температурі 27 °С середовища спостерігалось помірне локальне підвищення температури. Проте в обох випадках мало місце нагрівання середовища за рахунок використання методу ДІВЕ та реалізації його найпотужнішого кавітаційного механізму.

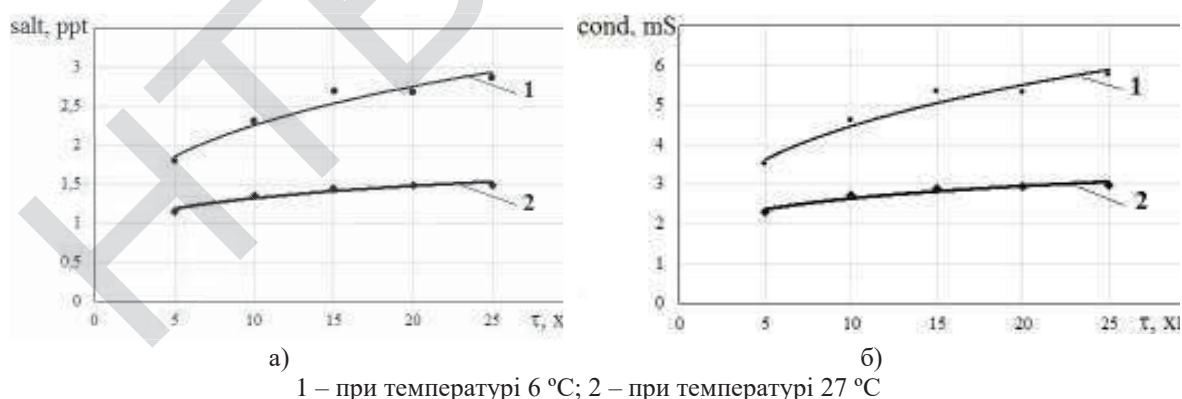
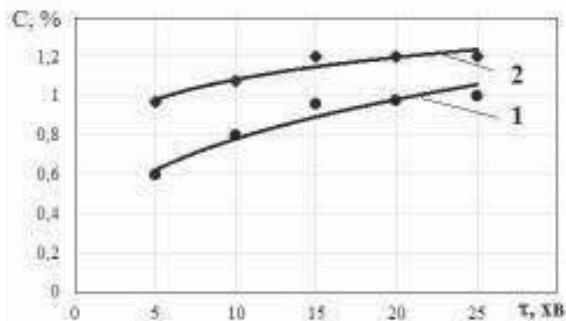


Рис. 2. Залежність солевмісту (а) та електропровідності (б) водного екстракту чистотілу від тривалості обробки

Визначення кількості сухих речовин в отриманих зразках проводили відповідно до методики за ГОСТ 28561-90. Отримані результати наведено на рис. 3. Представлені залежності свідчать, що

15 хв обробка в кавітаційному реакторі забезпечує рівноважність концентрацій цільових речовин в сировині та екстракті як при температурі 6 °С, так і 27 °С. Зазначимо, що в ході проведення досліджень температуру 27 °С підтримували протягом всього періоду обробки, а це, відповідно, додаткові енерговитрати. Натомість температуру 6 °С не доводилось підтримувати. Це була постійна температура водної системи при кімнатній температурі. Проте, порівняно максимальний вихід кількості сухих речовин (1,2 %) можна досягти при постійній температурі середовища 27 °С.



1 – при температурі 6 °С;
2 – при температурі 27 °С

Рис.3. Залежність кількості сухих речовин в отриманому екстракті від тривалості обробки

порядок відрізняються. Втім, щоб описати якість отриманої водної системи, насиченої цільовими речовинами, потрібно мати дані біологічних та хімічних параметрів при окислювальних реакціях. Загальновідомо, що вміст кисню у воді має обернений характер відносно температури, тобто з її підвищенням завжди понижується. Локальне підвищення температури внаслідок реалізації кавітаційного механізму в системі приводить до вивільнення кисню. Зниження ОВП вказує на збільшення відновлюваних речовин у системі, а його зростання – окислювальних. Відповідно, можливо впливати на релаксацію ОВП через кавітаційну обробку. Внаслідок кавітаційного впливу на середовище зменшення значення ОВП пропорційне зниженню імпульсів тиску.

Висновки

Динамічні ефекти гідродинамічної кавітації, які властиві реактору пульсаційного типу, мають різний вплив на водні системи в процесі екстракції залежно від тривалості обробки і температурних режимів. Отримані значення фізико-хімічних параметрів: рН, солевміст, електропровідність, ОВП дозволяють оцінювати ефективність процесу екстракції із застосуванням кавітаційного механізму. Значення рН водного екстракту чистотілу протягом 25 хв обробки при температурах 6 °С і 27 °С знаходились в межах рН=6,5÷6,78, проте значення ОВП при цих температурах на порядок відрізнялись. Електропровідність та солевміст змінювались не суттєво при 27 °С. При температурі 6 °С відбулося зростання показників приблизно у 1,5 рази. Визначення кількості виходу сухих речовин від тривалості обробки показало, що 15 хв кавітаційний вплив на середовище при екстракції чистотілу забезпечує рівновагу масових концентрацій системи «тверде тіло – рідина», що приводить до скорочення тривалості процесу вилучення цільових речовин без додаткового підігріву до температури кипіння.

Процес екстракції водорозчинних речовин при кімнатній температурі має важливе значення для вилучення термолабільних речовин, що забезпечує оптимальне застосування кавітаційних механізмів в масообмінних апаратах.

Література

1. Іваницький Г. К., Гоженко Л. П. Аналітичне дослідження умов виникнення кавітації в трубі пульсаційного диспергатора ударного типу. – Пром. теплотехніка. – 2014. – Т. 36, № 6. – с. 5 – 12.
2. Іваницький Г. К., Чайка О. І., Гоженко Л. П. Застосування кавітаційного реактора пульсаційного типу для екстрагування з рослинної сировини. – Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2015. – Вип. 47. – Т. 2. – с. 138 – 42.

3. Иваницкий. Г. К., Корчинский А. А., Матюшкин М. В. Математическое моделирование процессов в пульсационном диспергаторе ударного типа. – Пром. теплотехника. – 2003.–Т. 25, № 1. – С. 29 – 34.
4. Вітенько Т. М. Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних і біологічних процесах. – Тернопіль: Видавн. Терноп. держ. техн. ун-ту ім. І. Пулюя, 2009. – 220 с.
5. Долинский А. А., Иваницкий Г. К. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. – К.: Наукова думка, 2008. – 381 с.
6. P. R. Gogate, S. Mededovic-Thagard, D. McGuire, G. Chapas, J. Blackmon, R. Cathey, Hybrid reactor based on combined cavitation and ozonation: from concept to practical reality, Ultrason. Sonochem. 21 (2014) 590–598.
7. Shahin Roohinejad, Mohamed Koubaa, Francisco J. Barba, Ralf Greiner, Vibeke Orlien, Nikolai I. Lebovka Negative pressure cavitation extraction: A novel method for extraction of food bioactive compounds from plant materials Review Article Trends in Food Science & Technology, Volume 52, June 2016, Pages 98 – 108.
8. Накорчевский А. И., Басок Б. И. Гидродинамика и тепломассоперенос в гетерогенных системах и пульсирующих потоках. – К.: Наук. думка, 2001. – 345 с.
9. Басок Б. И., Новицкая М. П., Чайка А. И. Гидродинамика и теплообмен при пневмопульсационном воздействии на жидкие системы. – К.: Калита, 2014. – 140 с.

УДК 663.918.23

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МАКЕТА МИКРОВОЛНОВОГО ПРОТИВОТОЧНОГО ЭКСТРАКТОРА КОФЕ

Левтринська Ю.О., аспірант, Терзиев С.Г., д.т.н., доцент
Одеська національна академія пищевых технологий, г. Одесса

PRODUCTION TESTING OF MICROWAVE CURENT FLOW COFFEE EXTRACTOR MODEL

Levtrinska Yu.O., graduate student, Terziev S.G., doctor of technical sciences,
associate professor
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa

Аннотация: Микроволновый противоточный экстрактор – аппарат в котором организуется режим противоточного движения твердой фазы и экстрагента, что способствует более полному извлечению экстрактивных веществ из сырья в экстракт. На основе анализа полученных данных выбран режим работы для запуска экстрактора для производственных испытаний. Проведена апробация микроволнового противоточного экстрактора при получении концентрированного кофейного экстракта. Исследована зависимость степени загрузки экстрактора продуктом и концентрации экстракта на выходе из аппарата. Изучена степень влияния слоя продукта в массообменных модулях и количества кассет. Верность гипотезы, согласно которой на выходе из экстрактора возможно получить кофейный концентрат с содержанием сухих веществ выше 50 %, подтверждается результатами экспериментальных исследований. Проведено прогнозирование, определяющее потенциал данного экстрактора. На основе результатов испытаний возможна дальнейшая оптимизация конструктивных параметров экстрактора для последующей разработки аппарата высокой производительности для нужд производства

Abstract: The microwave counter-flow extractor is a device in which one the anti-precise motion of the solid phase (ground coffee grains) and the extractant (prepared water) is organized, which facilitates a more complete extraction of the extractable substances from the raw material into the extract. The basis for selecting the operating and technological parameters of the extractor operation, such as the extractor consumption, the power of the microwave generators, the degree of mass-exchange modules raw material loading, the equivalent diameter

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 |