

15. Джозеф Д. Устойчивость движений жидкости / Д. Джозеф. – М.: Мир, 1981. – 638 с.
16. Кутателадзе С.С. Анализ подобия в теплофизике / С.С. Кутателадзе. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1982. – 280 с.
17. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидравлическое сопротивление / С.С. Кутателадзе. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.
18. Тарг С.М. Основные задачи теории ламинарных течений / С.М. Тарг. – М.-Л.: ГИТТЛ, 1951. – 420 с.

УДК 634.7.:647.56

Дібрівська Н.В., канд. техн. наук,
Іванова О.В. (ПУЕТ, Полтава)

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОГО ОБРОБЛЕННЯ ЯГІД ОБЛІПХИ У ВШФЧ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ПЮРЕ

У статті наведено результати виявлення впливу електрофізичних методів оброблення ягід. Установлено, що оброблення і подрібнення ягід обліпхи у вихровому шарі ферромагнітних частинок інактивує окислювальні ферменти і призводить до більш повного вилучення із них біологічно активних речовин.

Ключові слова: вихровий шар, пюре, ягоди, обліпха, ферменти, в'язкість.

Статтю присвячено теоретичному й експериментальному виявленню закономірного впливу електрофізичних методів оброблення на ягоди обліпхи, безпосередньо, вихрового шару ферромагнітних частинок (ВШФЧ) змінного електромагнітного поля у процесі отримання із них пюре. ВШФЧ використовується як спосіб підвищення якості продукту, високого збереження вітамінів у пюре, виключення процесу бланшування ягід. Отримане пюре можна використовувати як основу для виробництва соків, соусів, желейних продуктів харчування.

У науковій літературі є практично відсутні дані з використання такого оброблення для отримання пюре з ягідної сировини. Недоліками сучасних традиційних способів перероблення ягід в пасти та пюре як культивованих, так і дикорослих є суттєві втрати барвних речовин і біологічно активних речовин (БАР), що призводять до зниження якості отриманих продуктів. Мало вивчені також процеси деградації та стабілізації барвних речовин, L-аскорбінової кислоти ягід у процесі їх перероблення (бланшування, подрібнення тощо). Відомо, що під час бланшування ягід перед сушінням і отриманням пюре втрачається 30...60% барвних речовин і аскорбінової кислоти [1]. У зв'язку із цим актуальним є пошук більш досконалих методів оброблення ягід для отримання пюреподібних продуктів, які дозволяють інактивувати дію окислювальних ферментів, зменшити обсіменіння, максимально зберегти натуральні барвні пігменти та інші БАР ягід.

На цей час із прогресивних методів попереднього оброблення харчової сировини в міжнародній практиці є електрофізичні методи оброблення, безпосередньо, електромагнітне оброблення [2]. Перспективним є оброблення рослинної сировини у ВШФЧ змінного електромагнітного поля. Тому розроблення технології нових гомогенних функціональних пюре з ягід обліпихи з високим ступенем збереження вітамінів та інших БАР, виявлення закономірностей впливу попереднього оброблення з використанням ВШФЧ змінного електромагнітного поля на БАР із метою виключення процесу бланшування та їх подальшого використання для виготовлення соків, соусів, желейних страв є актуальною проблемою.

На практиці для використання вихрового шару феромагнітні частки уміщують в робочу камеру, навколо якої розташовують пристрій, що створює в робочій зоні цієї камери обертальне змінне електромагнітне поле. Коливальний, обертальний і поступальний рух феромагнітних частинок, а також обертання всього вихрового шару в цілому забезпечують інтенсивне перемішування речовини й обумовлюють можливість застосування вихрового шару як ефективного засобу для здрібнювання. Сукупність змінних навантажень і малих поверхонь контакту при зіткненні в умовах впливу електромагнітних полів на феромагнітні елементи забезпечує вихровому шару особливі якості. Встановлено, що оброблення багатьох матеріалів у цьому шарі призводить до наслідків, що найчастіше перевищують ефекти, викликані диспергуванням їх у традиційних апаратах [3].

Метою статті є проведення комплексних фізико-хімічних, реологічних досліджень, які полягають у виявленні закономірностей і механізму впливу оброблення ягід обліпихи у вихровому шарі феромагнітних частинок обертового змінного електромагнітного поля на якісні показники пюре, що отримано.

На сьогодні не достатньо виробляти продукти харчування, збагачені білками, вітамінами, мінеральними й іншими есенціальними речовинами, необхідно створювати новітні технології виробництва продуктів, які б дозволили не тільки найбільш повно використати корисні речовини, які містяться в сільськогосподарській сировині, але й не допускати зміни біологічної цінності продуктів у процесі технологічного оброблення. Для виробництва пюре за традиційною технологією ягоди піддаються короткому термічному обробленню для інтенсифікації процесу протирання, інактивації ферментів, зменшення обсіменіння мікроорганізмами.

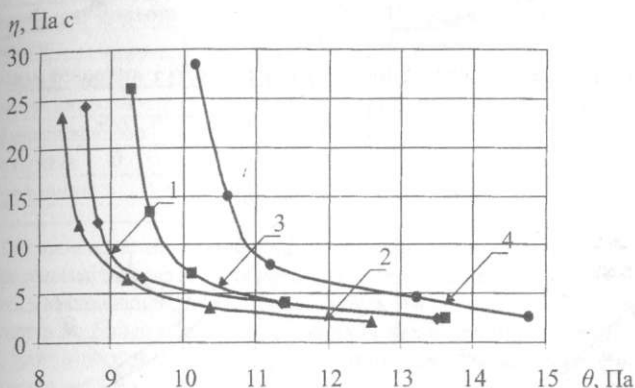
Із метою виключення операції бланшування та підтвердження гіпотези про інгібування окислювальних ферментів і збереженість БАР ягоди обліпихи обробляли у ВШФЧ змінного електромагнітного поля. Експериментальні дослідження були проведені з використанням апарату ВА-100. Ягоди оброблялись в ВШФЧ протягом 30...75 с з інтервалом у 15 с, ґрунтуючись на попередніх дослідженнях [4].

На першому етапі досліджували зміни структури пюре із обліпихи, що отримали. Встановлено, що вид структури харчового продукту обумовлює його якісні і технологічні показники. Сама структура продуктів проявляється в їх консистенції – вагомому показнику якості. Тому об'єктивна характеристика ре-

ологічних властивостей дозволяє описувати особливості формування і зміни структури продукту у процесі технологічного оброблення.

Структурно-механічні показники поре знімали на ротаційному віскозиметрі «Полімер». Визначали граничне напруження зсуву, ефективну в'язкість залежно від тривалості оброблення ягід у ВШФЧ.

Криві залежності ефективної в'язкості від напруження зсуву (рисунок 1) умовно можна поділити на три ділянки. Перша вирізняється стрімким спадом ефективної в'язкості, на другій спостерігається незначні її зміни, третя характеризується практично постійною ефективною в'язкістю. Така реологічна поведінка, очевидно, обумовлена співвідношенням зруйнованих і відновлених зв'язків структури, які залежать від напруження зсуву.



1 – оброблення у ВШФЧ 30 с; 2 – оброблення у ВШФЧ 45 с;
3 – оброблення у ВШФЧ 60 с; 4 – оброблення у ВШФЧ 75 с

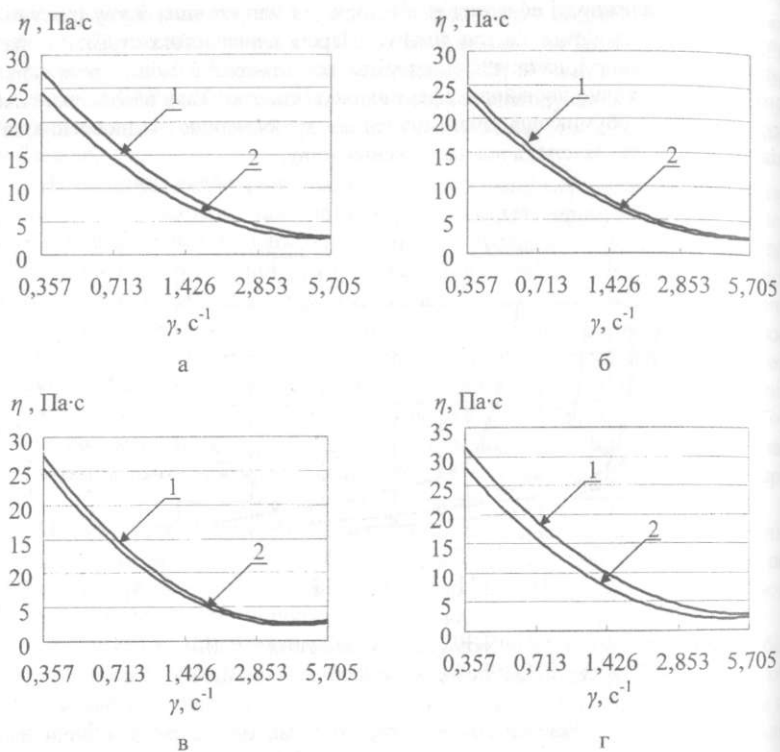
Рисунок 1 – Залежність ефективної в'язкості поре з обліпихи від напруження зсуву за різної тривалості оброблення ягід у ВШФЧ

Із представлених вище залежностей (рисунок 1) слід відмітити наступні явища. За тривалості оброблення сировини 30 с відбувається руйнування ягід на великі шматки, які переміщуються один відносно одного зі значним тертям, в'язкість поре за градієнта швидкості руху $0,357 \text{ c}^{-1}$ дорівнює $24,25 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Збільшення тривалості оброблення до 45 с призвело до зменшення в'язкості ($23,3 \text{ Па}\cdot\text{с}$) при цьому ж градієнті швидкості руху. Цей факт можна пояснити руйнуванням плодів на клітинному рівні, що приводить до значного збільшення рідкої фази і відповідно зменшення напруження зсуву.

Подальше зростання в'язкості $26,02 \text{ Па}\cdot\text{с}$ ($\tau = 60 \text{ с}$) і $28,47 \text{ Па}\cdot\text{с}$ ($\tau = 75 \text{ с}$) обумовлено подрібненням клітинних стінок, вилученням усіх поживних речовин зі шкірки. Унаслідок цього зменшується кількість відходів, а в поре збіль-

шується кількість сухих речовин, що і призводить до підвищення в'язкості по-реподібної системи.

На рисунку 2 подано реологічні криві течії обліпихового пюре, отримані за прямого і зворотного руху віскозиметра.



а – оброблення у ВШФЧ 30 с; б – оброблення у ВШФЧ 45 с;
в – оброблення у ВШФЧ 60 с; г – оброблення у ВШФЧ 75 с.

Рисунок 2 – Реологічні криві течії пюре з обліпихи за висхідної (1) і низхідної (2) зміни градієнта швидкості за різної тривалості оброблення ягід у ВШФЧ

Характеристика ефективної в'язкості пюре дозволяє визначити їх як тиксотропні системи, у яких напруження зсуву й ефективна в'язкість зменшуються під час зсуву за постійного градієнта.

Характер кривих ефективної в'язкості для систем пюре, одержаних в інтервалі оброблення сировини 0...30 с і 60...75 с (рисунок 2 а, г), відображають меншу стійкість структури, менш виражену властивість структури до віднов-

лення після руйнування. Найбільш швидке відновлення структури спостерігається в інтервалі оброблення 30...60 с, що надає підстави взяти цей проміжок часу як оптимальний.

У цьому інтервалі контролювали масову частку L-аскорбінової кислоти, β -каротину, а також ферментів поліфенолоксидази, пероксидази та порівнювали їх зі свіжою сировиною.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика вмісту біологічно активних речовин у свіжих ягодах і пюре

Показники	Одиниці виміру	Обліпіха свіжа	Пюре з обліпіхи, отримане у ВШФЧ	% до вихідної сировини
L-аскорбінова кислота	мг/100г на СР	711,6 \pm 0,4	1581,1 \pm 0,3	222,1
β -каротин	мг/100г на СР	67,6 \pm 0,3	119,8 \pm 0,2	177,3
Дубильні речовини	% на СР	0,87 \pm 0,02	1,89 \pm 0,03	217,2
Органічні кислоти	% на СР	15,69 \pm 0,12	24,84 \pm 0,11	158,3
Поліфенолоксидаза	мл 0,01NI ₂ на СР	7,78 \pm 0,11	3,02 \pm 0,10	38,8
Пероксидаза	мл 0,01NI ₂ на СР	3,59 \pm 0,09	1,52 \pm 0,07	42,3
Сухі речовини	%	13,87 \pm 0,10	9,43 \pm 0,11	

Встановлено, що оброблення і подрібнення ягід обліпіхи у вихровому шарі феромагнітних частинок змінного електромагнітного поля не тільки інактивують окислювальні ферменти (кількість зменшилась на 57,7...61,2%), але і призводить до більш повного вилучення із них біологічно активних речовин (у 1,5...2 рази відносно до вихідної сировини). Так, масова частка β -каротину вилучається з ягід на 77,3%, органічних кислот на 58,3%, дубильних речовин і L-аскорбінової кислоти у 2 рази (таблиця 1).

Механізм цього процесу пов'язаний очевидно з тим, що у процесі оброблення ягід у ВШФЧ відбувається внутрішньо- і міжмолекулярна перебудова, суттєва орієнтація диполів води в одному напрямку, що призводить до значних пошкоджень і руйнування клітин і більш повного вилучення БАР і переходу їх із зв'язаного стану в вільний.

Висновки. Таким чином, науково обґрунтовано і доведено доцільність використання замість бланшування ягід оброблення у вихровому шарі змінного електромагнітного поля під час отримання із ягід обліпіхи пюре як способу підвищення якості і високого збереження вітамінів, біологічно активних речовин тощо.

У подальшому планується проведення досліджень амінокислотного складу ягід та пюре з обліпіхи, що надасть інформацію про наявність вільних амінокислот і дозволить простежити за їх змінами, що відбуваються під час оброблення в апараті ВА-100 під впливом різних чинників.

Література

1. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия: моногр. / Р. Ю. Павлюк [и др.]. – К., Х.: ХГУПТ, КНУКТ, 2002. – 202 с.

2. Перспективы применения электрических полей для обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья / М.П. Купчик [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 8. – С. 31-37.
3. Капліна Т.В. Прогресивні технології продуктів харчування з використанням електромагнітних полів: монографія / Т.В. Капліна. – Полтава: ПУСКУ, 2008. – 212 с.
4. Активізація рослинних біологічно активних речовин фізичними методами: монографія / Р.Ю. Павлюк [та ін.]. – Х.: ХДУХТ, 2010. – 152 с.

УДК 664.8.022

Дмитрук О.Ф., д-р хім. наук, проф.,

Леснишина Ю.О., канд. хім. наук, Володченко І.І. (ДонНУЕТ, Донецьк)

ПРОЦЕС ОТРИМАННЯ ЕКСТРАКТІВ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН У СЕРЕДОВИЩІ СУБКРИТИЧНОЇ ВОДИ

У статті запропоновано метод отримання екстрактів із лікарських рослин у середовищі субкритичної води. Розглянуто переваги запропонованої методики. Проведено оцінку антирадикальної активності водної та етанольної фракцій отриманих рослинних екстрактів.

Ключові слова: субкритична вода, екстракція, фенольні сполуки, флавоноїди, антирадикальна активність, дифенілпікрилгідразил.

В останні роки для виділення біологічно активних сполук з рослинної сировини великого поширення дістав метод екстракції в середовищі субкритичної води (перегріта вода під тиском при температурі від 373 К до 647 К), яка є екологічно безпечним і нетоксичним розчинником. Екстракти, отримані в таких умовах, добре зберігають запах, смак і біологічну цінність вихідної сировини, тому набувають все більшого застосування у виробництві харчових і косметичних продуктів [1-3].

Мета поданої роботи полягала в розробці екологічно безпечної методики одержання рослинних екстрактів, що мають антирадикальну активність; вивченні групового хімічного складу отриманих екстрактів і порівняльній оцінці їх антирадикальної активності.

Об'єктами дослідження були аптечні зразки рослинної сировини: листя та квітки глоду криваво-червоного (*Crataegus sanguinea* Pall.), квітки липи серцеподібної (*Tilia cordata* Mill.), безсмертника піщаного (*Helichrysum arenarium* L.), ромашки аптечної (*Matricaria recutita* L.) і трава звіробою продірявленого (*Hypericum perforatum* L.). Вибір рослинної сировини обумовлений високим вмістом у цих рослинах фенольних сполук, які є ефективними інгібіторами процесів окиснення.

Екстракцію в субкритичних умовах здійснювали при температурі (T) 393 К і тиску (p) 0,2 МПа протягом 10 хв. Для цього в реактор з нержавіючої сталі (висота реактора – 169 мм, діаметр – 100 мм, товщина стінки – 35 мм) об'ємом