

В статті представлено дослідження ІЧ – спектрів екстрактів з плодів, шипшини, обліпихи та калини, оброблених у вихровому шарі ферромагнітних частинок та отриманих традиційним шляхом, методом настоювання при постійній температурі. Дослідженнями встановлено можливість заміни водно-спиртового екстрагенту на водний при екстрагуванні, з метою усунення стадії деалкоголізації екстрактів при виготовленні безалкогольних напоїв

Ключові слова: ІЧ – спектри, екстракти, вихровий шар ферромагнітних частинок, деалкоголізація, безалкогольні напої

В статье представлены исследования ИК – спектров экстрактов из плодов, шиповника, облепихи и калины обработанных в вихревом слое ферромагнитных частиц и полученных традиционным путем, методом настаивания при постоянной температуре. Исследованиями установлено возможность замены водно-спиртового экстрагента на водный при экстрагировании, с целью устранения стадии деалкоголизации экстрактов при изготовлении безалкогольных напитков

Ключевые слова: ИК – спектры, экстракты, вихровой слой ферромагнитных частиц, деалкоголизация, безалкогольные напитки

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФРАЧЕРВОНИХ СПЕКТРІВ ЕКСТРАКТІВ З ПЛОДІВ ШИПШИНИ, ОБЛІПИХИ ТА КАЛИНИ

Д. А. Миронов

Старший викладач

Кафедра загальноінженерних дисциплін
Вищий навчальний заклад Укоопспілки

”Полтавський університет економіки і торгівлі”
вул. Коваля, 3, м. Полтава, Україна, 36014

E-mail: zardenzar@mail.ru

1. Вступ

Рослинну сировину, що переробляється на заготовельних підприємствах, найчастіше використовують у свіжому вигляді або у вигляді соків чи екстрактів [1]. Свіжі плоди та ягоди дозволяють максимально забезпечити населення натуральними вітамінами, мінеральними речовинами і іншими біологічно активними речовинами (БАР), протягом літнього періоду [2]. Для можливості споживання БАР протягом року необхідно використовувати у харчуванні продукти збагачені ними до рівня фізіологічних потреб людини [3]. Вчені, продовжуючи дослідження в області раціонального харчування, розробляють нові технології для розширення списку продуктів, споживання яких повинно нормуватись та входити до обов'язкового раціону харчування людини [4, 5].

Це пов'язано з тим, що традиційні добові набори продуктів, що відповідають енергозатратам сучасної людини, не можуть забезпечити необхідну кількість мікронутрієнтів. Основні шляхи виходу з цієї проблеми наступні:

- максимально збільшити енергозатрати, тобто більше рухатись, займатись фізичною культурою, спортом;

- розробка та впровадження генетично модифікованих джерел харчування, в яких буде більше необхідних компонентів;

- при виготовленні продуктів харчування необхідно використовувати спеціальні технологічні прийоми, що збагачують продукти необхідними організму речовинами та виключають з продуктів непотрібні речовини. До таких продуктів, як правило, відносять функціональні;

– використовувати в раціоні харчування концентрати природних або ідентичних природним речовинам, що необхідні організму [6].

Для виготовлення таких продуктів у масовому виробництві та у закладах ресторанного господарства найчастіше використовують рослинні екстракти, настої і т. і. [7].

Найбільш розповсюджена традиційна технологія виготовлення екстрактів та настоїв. Її використовують для подальшого використання отриманої продукції в якості наповнювачів при виготовленні напоїв. При цьому, в якості екстрагенту, на переважній більшості підприємств, використовують водні розчини етилового спирту з об'ємним вмістом спирту 20–80 % або воду. Тривалість настоювання таких екстрактів складає 10–20 діб, а при використанні водного розчинника його температуру доводять до 100 °С і витримують протягом певного терміну.

Отримані за першим способом настої містять велику кількість етилового спирту, тому в технологіях безалкогольних напоїв можуть використовуватись в обмеженій кількості. Вони дещо покращують смак та аромат напоїв, однак не впливають суттєво на підвищення біологічної цінності. При цьому зменшення вмісту етилового спирту та інтенсифікація екстрагування за допомогою ферментних препаратів відбувається в умовах, що є сприятливими для діяльності окисних ферментів, внаслідок чого відбувається окиснення, полімеризація, руйнація БАР [6].

При використанні водного розчинника процес екстрагування проводять при підвищеній температурі, внаслідок чого відбувається зменшення якості екстрактів, оскільки інтенсифікуються реакції мела-

ноїдиноутворення, окиснення та полімеризації термолабільних біологічно активних з'єднань, з'являється трав'янистий смак, суттєво змінюється колір [6].

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Згідно останніх даних, для повного задоволення життєвих потреб організму їжа повинна містити більше 600 груп речовин або нутрієнтів, що складаються з 20 тисяч різноманітних харчових з'єднань рослинного, тваринного та мікробного походження. В природі не існує продуктів, які б містили всі необхідні для людини компоненти. Тому комбінація різних продуктів в щоденному раціоні краще за все забезпечує організм широким спектром необхідних нутрієнтів [8].

Дослідження спеціалістів в області харчування вказують на незбалансованість харчування, яке отримують більше 70 % світової популяції [6]. Воно представляє недостатнє забезпечення людини БАР, які організм не може синтезувати самостійно і мають назву незамінні. До них відносять незамінні амінокислоти, вітаміни, поліненасичені жирні кислоти, антиоксиданти, мінеральні речовини. Вони необхідні для щоденного вживання та нормовані ВОЗ [9].

Аналізуючи запити споживачів, можна сказати, що одним з перспективних видів продуктів, який може задовольнити харчові потреби організму людини в БАР, є напої. Вони вже давно не просто сегмент ринку, а новий формат продуктів. Основним наповнювачем безалкогольних напоїв є настої або екстракти з рослинної сировини. Існуючі в наш час методи екстракції рослинної сировини, не завжди ефективні, потребують значних витрат і часу на проведення процесу. Найбільш перспективними методами інтенсифікації процесу екстракції з максимальним вилученням корисних речовин є фізичні методи: НК – екстракція, ультразвукова екстракція, мікрохвильова екстракція, електромагнітна обробка.

Особливості фізичних методів обробки сировини полягає в тому, що на певному технологічному етапі, те, що є перевагами для однієї харчової системи може стати недоліками для іншої. Тому пошук нових ефективних способів обробки сировини для повсякденного використання в технологіях напоїв збагачених натуральними функціональними інгредієнтами, які корегують дефіцит мікронутрієнтів, підвищують антиоксидантний статус є актуальною проблемою. Значний внесок у розвиток методів обробки сировини внесли такі вітчизняні і закордонні вчені: Гулій І. С., Купчик М. П., Шеляков О. П., Капрельянц Л. В, Бурдо О. Г., Павлюк Р. Ю., Лисюк Г. М., Капліна Т. В, Frank Panzner, Brian R. Evans, Ankit Gupta. В рамках цієї тенденції виділяють кілька практичних напрямків:

– усунення з технологій напоїв штучних добавок, інгредієнтів з індексом Е;

– зниження вмісту цукру або жиру (для напоїв на молочній основі);

– збагачення напоїв вітамінами, мінералами, речовинами фенольної природи.

Враховуючи вказані напрямки, можна стверджувати, що виготовлення наповнювачів, таких як: екстракти та настої, з подальшим використанням в технологіях безалкогольних напоїв є не зовсім дослідженим

та розвиненим. Аналіз літературних джерел вказує на те, що технології та рецептури екстрактів та напоїв постійно вдосконалюються та ускладнюються. Це дає змогу стверджувати, що пошук та розробка нових технологій екстрагування та виробництва напоїв з використанням у вихровому шарі феромагнітних частинок (ВШФЧ) є перспективним напрямом.

3. Мета та завдання дослідження

Метою роботи було дослідження дії ВШФЧ на плоди шипшини, обліпихи та калини та встановлення можливості заміни водно спиртового екстрагенту на водний без втрат якості кінцевого продукту.

Для вирішення поставленої мети необхідно було визначити ряд взаємопов'язаних задач:

– провести дослідження екстрагування плодів шипшини, обліпихи та калини підготовлених традиційним шляхом та оброблених у ВШФЧ;

– визначити вплив водного та водно спиртового екстрагенту на процес екстрагування плодів шипшини, обліпихи та калини підготованих традиційним шляхом та після обробки у ВШФЧ;

– підтвердити можливість використання екстрактів отриманих водною екстракцією з плодів шипшини, обліпихи та калини у технологіях безалкогольних напоїв.

Дослідження ґрунтуються на науковій концепції, сутність якої полягає у дії вихрового шару феромагнітних частинок, на об'єкт, що обробляється і призводить до зміни хімічних потенціалів рідких та твердих фаз. Рівновага в системі порушується, виникає перерозподіл речовин. Це явище може бути використано для зміни коефіцієнту розподілення, а також для збільшення селективності витягу речовин методом екстрагування.

4. Дослідження інфрачервоних спектрів, знятих з екстрактів плодів шипшини, обліпихи та калини

Технологія екстрактів з плодів та лікарських рослин полягає в екстрагуванні одного або декількох компонентів за допомогою водно-спиртового чи іншого розчинника, який має вибірково здатність розчинити тільки ті компоненти, які необхідно виділити.

Рушійною силою даного процесу є різниця концентрацій екстрагованої речовини в рідині, яка заповнює пори твердого тіла, і в основній масі екстрагента, який знаходиться в контакт з поверхнею твердих часточок. Сам механізм екстрагування включає в себе проникнення екстракту в пори твердого матеріалу, розчинення там цільових компонентів, перенос екстрагованих речовин із глибини твердої частинки на поверхню розділу фаз за допомогою молекулярної дифузії або масопровідності й у подальшому перенос речовини від поверхні розділу в глибину екстрагента за допомогою конвективної дифузії [10].

Перенесення маси в межах однієї фази до межі розділу фаз або від неї називають масовіддачею, а загальний процес перенесення маси з однієї фази іншу – масопередачою. Виділяють наступні теорії перенесення маси: плівкова, проникності, оновлення поверхні фазового контакту, міжфазової турбулентності [11].

Відомо, що традиційне подрібнення рослинної сировини перед екстрагуванням призводить до втрати вітамінів, ефірних масел та інших біологічно активних речовин. Для вирішення цієї проблеми замість традиційного подрібнення, нами було використано обробку у ВШФЧ плодів шипшини, обліпихи та калини при підготовці їх до процесу екстрагування. Обробку у ВШФЧ проводили в робочій камері апарату ВА-100. Параметри обробки відповідали робочим налаштуванням апарату ВА-100: тривалість обробки $\tau = 120$ с, величина магнітної індукції $V=0,13$ Тл, маса феромагнітних частинок $m=100$ г. Обробку проводили разом з екстрагентом, в якості якого використовували підготовлену воду «Полтавська джерельна», виготовлена на Полтавському заводі продтоварів «Світанок». Під час обробки в робочій зоні апарату ВА-100, створювали електромагнітне поле достатньої напруженості, що призвело до складного, хаотичного руху феромагнітних частинок – вихровий шар. За умови використання екстрагенту в процесі обробки сировини, можна стверджувати, що процес екстрагування починається вже під час подрібнення плодів шипшини, обліпихи та калини у ВШФЧ. Такий процес відповідає плівковій теорії екстрагування, яка полягає в наявності біля межі розділу фаз нерухомих або таких, що рухаються ламінарно, пограничних плівок, в яких перенесення маси здійснюється винятково за рахунок молекулярної дифузії. За межами плівок вступає в чинність механізм турбулентної дифузії. У плівках, також, зосереджується весь опір масопередачі [11]. При цьому обробку у ВШФЧ розглядали у порівнянні з традиційним подрібненням. Традиційне подрібнення проводили на апараті терточного типу Т1-КП2У, що дає можливість отримати розміри подрібнених частинок діаметром 0,7–0,8 мм. Дослідні зразки оброблялись у ВШФЧ апарату ВА – 100. Екстрагування проводили методом настоювання при співвідношенні екстрагент : сировина (10:1). В якості екстрагенту використовували водний та водно-спиртовий розчини.

Для визначення якості екстрагування обрали метод ІЧ- спектроскопії.

ІЧ-область випромінювання (0,8...2,5 мкм – ближня область; 2,5...25 мкм – середня область; більше 25 мкм – дальня область). Поглинання в ІЧ-області пов'язане з молекулярними коливаннями, відповідно, ІЧ-спектри дають інформацію про будову речовин. Метод ІЧ-спектроскопії може бути використаний для аналізу майже всіх молекул з ковалентними зв'язками, крім двоатомних. ІЧ-спектри відображають детальну інформацію про структуру молекулярних з'єднань різноманітної природи: вітамінів, амінокислот, складних ефірів, цукрів, спиртів та інших.

Дослідження проводили на ІЧ спектрометрі АBB BOMEM-Prota, спектральний діапазон 450 см^{-1} – 4000 см^{-1} , усереднення 16. Зразки попередньо висушували на склі кювети з фториду кальція досуха.

ІЧ – спектри екстрактів шипшини, обліпихи та калини представлені на рис. 1–3.

Встановлено, що кожне з'єднання має свою власну та неповторну картину ІЧ – поглинання. Деякі групи навіть різних молекулах дають смуги поглинання з приблизно однаковою довжиною хвилі (табл. 1).

Валентні коливання груп

Валентні коливання груп, см^{-1}				
ОН	NH	CH	S-H	C=O
3645...2500	3500...3300	3350...2850	2600...2550	1750...1720
Валентні коливання груп, см^{-1}				
C-O-	COOH	S=S	C=N	CH ₃
1300...1000	1750...1700	550...450	1230...1030	1470...1355

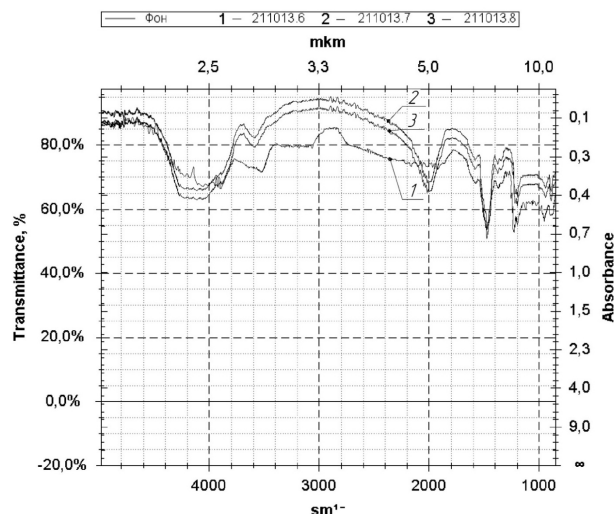


Рис. 1. ІЧ – спектри екстрактів з плодів шипшини: 1 – екстракти, отримані традиційним шляхом; 2 – водний екстракт з плодів, оброблених у ВШФЧ; 3 – водно-спиртовий екстракт з плодів, оброблених у ВШФЧ

При порівнянні ІЧ-спектрів екстрактів із свіжих ягід шипшини, обліпихи і калини, та водно-спиртових екстрактів встановлено, що в області частот від 2500 до 3600 см^{-1} , відбуваються зміни і збільшення інтенсивності частот широкої характеристичної смужки, що характерно для валентних коливань функціональних груп – ОН, які беруть участь в утворенні внутрішньомолекулярних та міжмолекулярних водневих зв'язків та входить до складу вільної та зв'язаної вологи, фенольних і дубільних речовин, цукрів і біополімерів. Збільшення інтенсивності спектрів в даній області також вказує на утворення додаткових водневих зв'язків, а також про міжмолекулярну перебудову і комплексоутворення різних сполук – органічних кислот та кетонів.

Відомо також, що коливання в даній області притаманні для ОН – груп, що знаходяться у вільному стані і беруть участь у внутрішньомолекулярних і міжмолекулярних водневих зв'язків як в самих біополімерах, так і комплексах біополімер – біополімер, біополімер – БАР.

При цьому відбувається більш повне екстрагування вказаних речовин, за рахунок того, що вони трансформуються у вільний стан. Це підтверджується фізико-хімічними методами досліджень. Доказано, що при цьому відбувається руйнування комплексів біополімерів з різними низькомолекулярними біологічно активними речовинами, до яких відносять антоціанові барвні речовини, органічні кислоти, катехіни, вітаміни. Показано, також інтенсивні поглинання функціональних груп в області 2500 – 3500 см^{-1} , що обумов-

лено валентними коливаннями NH-груп, CH-груп та S-H-груп, що свідчить про збільшення вільних органічних кислот, ароматичних речовин терпеноїдної природи та α -кислот.

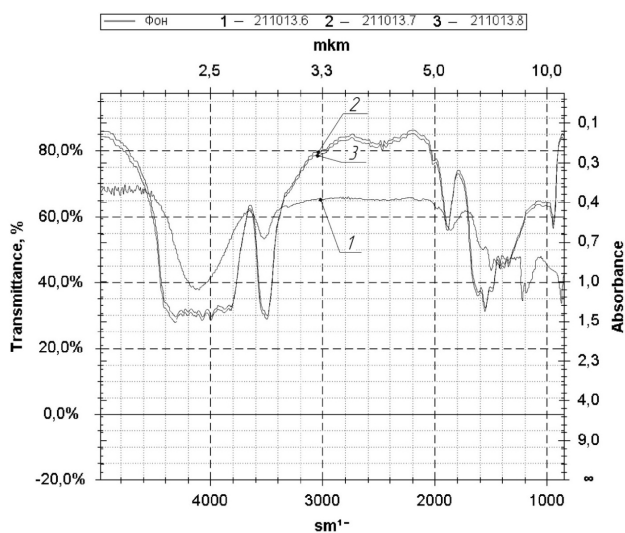


Рис. 2. ІЧ – спектри екстрактів з плодів обліпихи:
1 – екстракти, отримані традиційним шляхом; 2 – водний екстракт з плодів, оброблених у ВШФЧ; 3 – водно-спиртовий екстракт з плодів, оброблених у ВШФЧ

Зменшення інтенсивності поглинання в області 1470–1335 cm^{-1} вказує на збільшення розчинного пектину. Встановлено збільшення інтенсивності поглинання функціональних груп – C=N в області частот 1030–1230 cm^{-1} , що вказує на збільшення кількості дисахаридів та моносахаридів.

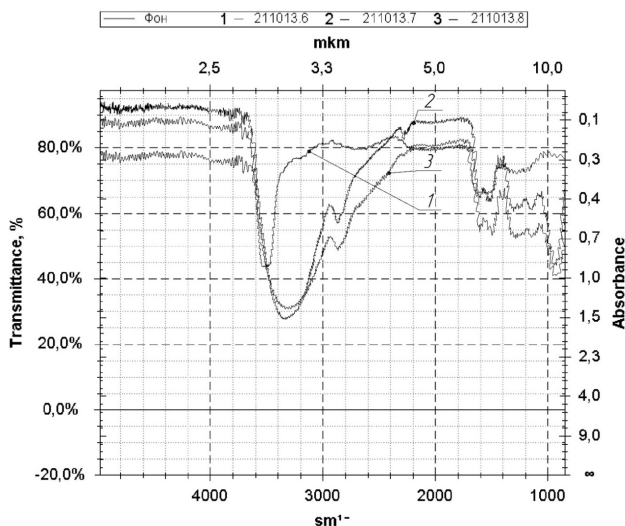


Рис. 3. ІЧ – спектри екстрактів з плодів калини:
1 – екстракти, отримані традиційним шляхом; 2 – водний екстракт з плодів, оброблених у ВШФЧ; 3 – водно-спиртовий екстракт з плодів, оброблених у ВШФЧ

Вимірювання ІЧ – спектрів показало вплив ВШФЧ на збереження і трансформацію БАР, які знаходяться

у зв'язаному стані та покращення якості отриманих екстрактів.

5. Висновки

1. Підтверджено можливість використання вихрового шару феромагнітних частинок при підготовці плодів шипшини, обліпихи та калини до процесу екстрагування.
2. Проведення ІЧ-спектроскопії підтверджує збільшення екстрактивних біологічно активних речовин, в порівнянні з контрольними зразками, у екстрактах із плодів оброблених у ВШФЧ, а саме вмісту: фенольних і дубільних речовин, цукрів і біополімерів, органічних кислот та кетонів.
3. Доведено можливість використання водного екстрагенту замість водно-спиртового при екстрагуванні рослинної сировини, що дає можливість усунути операцію деалкоголізації екстрактів шипшини, обліпихи та калини з метою використання їх в технологіях безалкогольних напоїв.

Література

1. Мустафина, А. С. Разработка технологии плодово-ягодных экстрактов с целью их использования в производстве молочных продуктов [Текст]: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. С. Мустафина. – Кемерово, 1999. – 18 с.
2. Домарецкий, В. А. Производство концентратов, экстрактов и безалкогольных напитков [Текст]: справ. / В. А. Домарецкий. – Киев, 1990. – 250 с.
3. Бурачевский, И. И. Современные способы получения полуфабрикатов ликероводочного производства [Текст] / И. И. Бурачевский, К. И. Скрипников. – М., 1981. – 136 с.
4. Тутельян, В. А. Ваше здоровье – в ваших руках [Текст] / В. А. Тутельян. – Пищевая промышленность. – 2005. – № 4. – С. 6–8.
5. Бабанин, А. А. Современная структура питания и пути ее коррекции с целью профилактики болезней века [Текст] : сб. матер. междуна. науч.-прак. конф. / А. А. Бабанин // Биологически активные природные соединения винограда: перспективы производства и применение в медицине и питании. – Симферополь: СОНАТ, 2001. – С. 4–6.
6. Осипова, Л. А. Функциональные напитки [Текст]: Монография / Л. А. Осипова, Л. В. Капрельянц, О. Г. Бурдо. – Одесса: Издательство “Друк”, 2007. – 208 с.
7. Сорокопуд, А. Ф. Исследование физико-химических свойств экстрактов черноплодной рябины [Текст] / А. Ф. Сорокопуд, А. С. Мустафина // Пиво и напитки. – 1997. – № 3. – С. 34–35.
8. Карпенко, П. О. Проблемы питания и здоровья. В кн. Биологически активные добавки и биопродукты [Текст] / П. О. Карпенко. – К.: Нора-принт, 2000. – С. 3–8.
9. Кудряшова, А. А. Пицца XXI века и особенности ее создания [Текст] / А. А. Кудряшова // Пищевая промышленность. – 1999. – № 12. – С. 48–50.

10. Домарецький, В. А. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини [Текст] : підр. / В. А. Домарецький, В. Л. Прибильський, М. Г. Михайлов; за ред. В. А. Домарецького. – Вінниця: Нова Книга Ю 2005. – 408 с.
11. Черевко, О. І. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : підр. / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. – Харк. держ. акад. технол. та орг. харчування. – Харків, 2002. – 420 с.

Представлено концепцію побудови математичної моделі поведінки дисперсних систем у нерівноважних процесах харчових виробництв. Сформульовано математичну постановку крайової задачі механіки для дисперсних вологонасичених середовищ. Розроблено методи розв'язання поставленої задачі з використанням методів скінчених елементів по просторовим параметрам і скінчених різниць по аргументу часу. Виконано програмну реалізацію розроблених алгоритмів

Ключові слова: дисперсні матеріали, математична модель, тверда фаза, перероблення, деформування, визначальні співвідношення

Представлена концепция построения математической модели поведения дисперсных систем в неравновесных процессах пищевых производств. Сформулирована математическая постановка краевой задачи механики для дисперсных влагонасыщенных сред. Разработаны методы решения поставленной задачи с использованием методов конечных элементов по пространственным параметрам и конечных разностей по аргументу времени. Выполнена программная реализация разработанных алгоритмов

Ключевые слова: дисперсные материалы, математическая модель, твердая фаза, переработка, деформирование, определяющие соотношения

УДК 678.073.002.8 : 621.9

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДИСПЕРСНИХ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Є. В. Штефан

Доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри*

E-mail: eshtefan@ukr.net

Д. В. Риндюк

Кандидат технічних наук, доцент**

E-mail: rel_dv@ukr.net

С. В. Кадомський

Кандидат технічних наук, доцент

E-mail: Kadomsky_v@ukr.net

*Кафедра машинобудування, стандартизації та сертифікації обладнання***

Кафедра теоретичної механіки та ресурсощадних технологій*

***Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601

1. Вступ

Встановлення взаємозв'язку між конструктивними особливостями обладнання та технологічними параметрами процесів перероблення сировинних матеріалів є інформаційною базою для створення нових та удосконалення існуючих технологій харчових виробництв [1]. Оскільки переважна більшість сировинних матеріалів є висококонцентрованими дисперсними системами, то особливе місце серед процесів їх перероблення займають технології за участю твердих фаз, що здійснюються, як правило, з використанням обладнання із зовнішнім підведенням енергії – змішування, подрібнювання, екструзії, транспортування, ущільнення, формування, гранулювання, диспергування і т. п. Для ефективного виконання відповідних технологічних операцій необхідно забезпечити раціональну конструкцію робочих органів і режимів оброблення

дисперсних матеріалів (ДМ), тобто на етапі проектування обрати необхідні конструктивно-технологічні параметри. У якості наукової основи проведення проектувальних робіт доцільно використовувати теоретичні методи дослідження, які ґрунтуються на модельному описуванні подібних процесів [2] з використанням відповідних нелінійних просторово-нестационарних крайових задач математичної фізики, що дозволяє врахувати конструктивні параметри обладнання, технологічні характеристики процесів та структурно-механічні властивості сировини у реальному масштабі часу. Однак отримання аналітичних рішень цих задач, як правило, пов'язано зі значними математичними труднощами. Це обумовлює актуальність подальшого розвитку методів математичного моделювання нерівноважних процесів деформування ДМ, які дозволять науково обґрунтувати визначення раціональних конструктивних параметрів елементів обладнання, а