

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЖИМІВ ЕКСТРАГУВАННЯ СОЛОДУ ЗЕР- НОВОЇ СИРОВИНИ ПРИ ОТРИМАННІ НОВИХ ВИДІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

ПОПОВА Н.В., канд. техн. наук, доц., **ЗАВ'ЯЛОВ В.Л.**, канд. техн. наук, проф., **БОДРОВ В.С.**, канд. техн. наук, проф., **МИСЮРА Т.Г.**, канд. техн. наук, доц., **Запорожець Ю.В.** канд. техн. наук, доц.
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Наведені результати розрахунку процесу екстрагування солоду зернової сировини за допомогою системи MATHCAD. В результаті досліджено дифузійні властивості пшеничного та ячмінного солоду, що дає змогу отримати високоцінні екстракти з цих сировин для консервної, косметичної та фармацевтичної галузей промисловості.

The results of the calculation process of extraction of malt grain raw materials by means of MATHCAD. As a result of study diffusion properties of wheat and barley malt, which provides valuable extracts from these raw materials for canning, cosmetics and pharmaceutical industries.

Ключові слова: віброекстрагування, цільовий компонент, масовіддача, солод зернової сировини.

Найгострішою проблемою сьогодення, є раціональне харчування, що забезпечує збереження здоров'я людини. Здорове харчування - невід'ємна частина здорового способу життя. Для збереження здоров'я важлива не кількість їжі, а її якість, адже для організму потрібні поживні речовини, що містяться в продуктах. З продуктами харчування людина отримує речовини, необхідні для нормальної життєдіяльності, — білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, воду, вітаміни. Всі вони беруть участь у складних процесах обміну речовин, розпадаються та виводяться з організму. Окислюючись та згораючи, білки, жири, вуглеводи виділяють енергію, яка вимірюється калоріями (кілокалоріями). Без білків неможлива життєдіяльність організму і обмін речовин. Вони є складовою частиною всіх тканин організму і складаються з амінокислот. На жаль при термічній обробці відбувається денатурація білків і кількість амінокислот значно зменшується. Це призводить до зниження біологічної цінності багатьох продуктів харчування, порушення обмінних процесів в організмі людини і, як наслідок, нераціонального живлення - погіршення стану здоров'я. Тому актуальним є створення продуктів підвищеної біологічної цінності, що містять у збалансованому стані необхідні харчові інгредієнти. Один із напрямів розв'язання цієї проблеми – освоєння альтернативних джерел білків. Одним з таких продуктів підвищеної біологічної цінності є солод злакових культур - пшениці, вівса, ячменю і кукурудзи. У пророслому зерні (солоді) міститься увесь набір інгредієнтів, необхідних для раціонального харчування, - білки, легкозасвоювані вуглеводи, клітковина з харчовими волокнами, мінеральні речовини, вітаміни. Крім того, в солоді злаків містяться фарбувальні і поліфенольні сполуки, а також рослинні ферменти і гормони. Тому продукти, виготовлені з солоду пшениці, вівса, кукурудзи, ячменю, можуть бути використані не лише для здорового харчування, але і як лікувальні, дієтичні. Білки, які входять до складу солодових зернових, відрізняються як кількісним складом так і співвідношенням амінокислот, що і визначає їх біологічну дію на організм людини. Так, пшеничний солод, в порівнянні з солодом інших злаків (вівса, ячменю, кукурудзи) містить велику кількість білку, у тому числі незамінні амінокислоти (понад 30% від загального змісту білку), такі як лізин, метіонін, триптофан, гістидин, цистин, аргінін, які є регуляторами обмінних процесів в організмі.[1]

Одним із ефективних способів вилучення екстрактивних речовин із рослинної сировини є екстрагування. Процеси екстрагування цільових компонентів із рослинної сировини, з точки зору механізму та кінетики процесу, є досить складними, оскільки включають як внутрішню, так і зовнішню дифузії. Внутрішня дифузія є найповільнішою (лімітуючою) стадією процесу, тому розрахунок процесів екстрагування пов'язаний із труднощами, які виникають під час визначення кінетичних констант. Беручи до уваги перспективу розробки безвідходної технології для вилучення амінокислот з пророслого зерна в промислових масштабах, важливим завданням є визначення оптимальних умов процесів екстрагування для одержання максимальної кількості вилучених цільових компонентів.

Проте основні способи екстрагування на сьогоднішній день не можуть забезпечити ринок необхідною кількістю товарних екстрактів, тому в останній час виникла потреба в розробленні нових способів інтенсифікації процесу екстрагування.

У зв'язку з необхідністю удосконалення та інтенсифікації процесу масоперенесення при екстрагуванні виникає питання про створення таких активних режимів взаємодії між рослинною сировиною та екстрагентом, які забезпечували б високу продуктивність та масообмін.

При виробництві екстрактів оновлення поверхні фазового контакту та збільшення відносних швидкостей на границі поділу фаз є основною задачею при інтенсифікації процесу вилучення цільових компонентів. Серед багатьох відомих методів інтенсифікації є застосування низькочастотних механічних коливань, які реалізуються у найбільш перспективних апаратах – віброекстракторах, що використовують новий принцип віброперемішування.

Аналіз традиційних способів екстрагування в системі тверде тіло - рідина вказав напрямок вирішення цієї проблеми, суть якого полягає в створенні такого гідродинамічного режиму руху фаз, який забезпечить максимальне швидкозмінне оновлення та активізацію міжфазової поверхні, а саме, створення режиму інтенсивної знакозмінної турбулізації потоку суміші. Оновлення та масообмінна активізація поверхні, що веде до різкого зростання рушійної сили та зменшення дифузійного опору процесу, забезпечується генеруванням турбулізуючих знакозмінних струменів суміші вібраційними перемішувачами та одночасно транспортуючими пристроями, розміщеними в робочому об'ємі екстрактора.

Сушу рослинну сировину як матеріал умовно можна поділити на дві складові: перша складова – сухі екстрактивні речовини, що утворюють поверхневий шар сировини. Ці екстрактивні речовини розчинюються у початковий період процесу екстрагування і, майже повністю, переходять до екстракту. Але ж при змочуванні частинок сировини відбувається і зворотне явище, тобто частина екстрактивних речовин разом із вологою переміщується у зворотній бік – у внутрішню другу зону, і, таким чином, відбувається перерозподіл екстрактивних речовин, в результаті чого спостерігається майже рівномірний розподіл екстрактивних речовин і в першій, і в другій зонах, які у першу чергу приймають участь у процесі екстрагування.

Дифузійні властивості рослинної сировини кількісно характеризує кінетичний коефіцієнт, який називається коефіцієнтом молекулярної дифузії екстрактивних речовин. Цей коефіцієнт є основною величиною для аналізу, розрахунку процесу екстрагування (визначення масообмінних характеристик апарату) і, відповідно, розробки екстракційного обладнання. Але ж у процесі екстрагування коефіцієнт молекулярної дифузії значно змінюється і характер його зміни у значній мірі залежить від режимних параметрів процесу. Тому необхідно визначити залежність коефіцієнту дифузії від основних параметрів процесу екстрагування рослинної сировини, тобто від температури екстрагенту, концентрації розчинних екстрактивних речовин у ньому, тривалості процесу тощо. Під час проведення процесу екстрагування змінюється концентрація сухих речовин у частинці матеріалу, а також біологічні, фізико-хімічні і механічні властивості матеріалу, які впливають на величину коефіцієнта молекулярної дифузії. Тому дослідження процесу екстрагування повинно здійснюватися із врахуванням цих явищ. Через відсутність довідкової інформації про коефіцієнт молекулярної дифузії досліджуваних видів сировини, він нами визначався.

Сутність цього методу розрахунку локальних значень коефіцієнта молекулярної дифузії полягає в тому, що увесь період процесу екстрагування і, відповідно, екстракційні криві, розбиваються на ділянки, кожна з яких, у свою чергу, поділяється на інтервали (у нашому випадку інтервал відповідає часу відбору кожної проби), причому величина прийнятих інтервалів дозволяє розглядати екстракційну криву, як відрізок прямої, а всі інші основні параметри процесу на цих інтервалах сталими. Ця методика дозволяє за даними, які характеризують зміну концентрації речовини в екстрагенті і в сировині, визначити коефіцієнт дифузії екстрактивних речовин з частинок сировини, а також знаходити ітераційним методом коефіцієнт молекулярної дифузії. [3]

За матеріальним балансом концентрації екстрактивної речовини в екстрагенті C'_i і сировині \bar{C}_i визначали середню надлишкову концентрацію. На початку процесу вона дорівнює

$$z_0 = \bar{C}_0 - C'_0,$$

де \bar{C}_0 – початкова концентрація екстрактивної речовини в сировині; C'_0 – початкова концентрація екстрактивної речовини в екстракті.

Середня надлишкова концентрація визначається через $Z_i = \frac{z_i}{z_{i-1}}$, або ітераційним способом. Для сировини кульки маємо: [2, 3, 4]

$$Z_i = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{6\text{Bi}_a^2}{\mu^2 (\text{Bi}_a^2 - \text{Bi}_a + \mu^2)} \exp\left(\frac{-q+1}{q} \mu^2 \cdot \text{Fo}_a\right),$$

де Bi_a – дифузійний критерій Біо; μ – корінь характеристичного рівняння $\mu = \mu + (\text{Bi}_a - 1) \cdot \text{tg} \mu$ для кульки; q – гідромодуль; $\text{Fo}_a = \frac{D\tau}{R^2}$ – дифузійний критерій Фур'є; D – коефіцієнт молекулярної дифузії; τ – тривалість екстрагування; R – радіус кульки рослинної сировини.

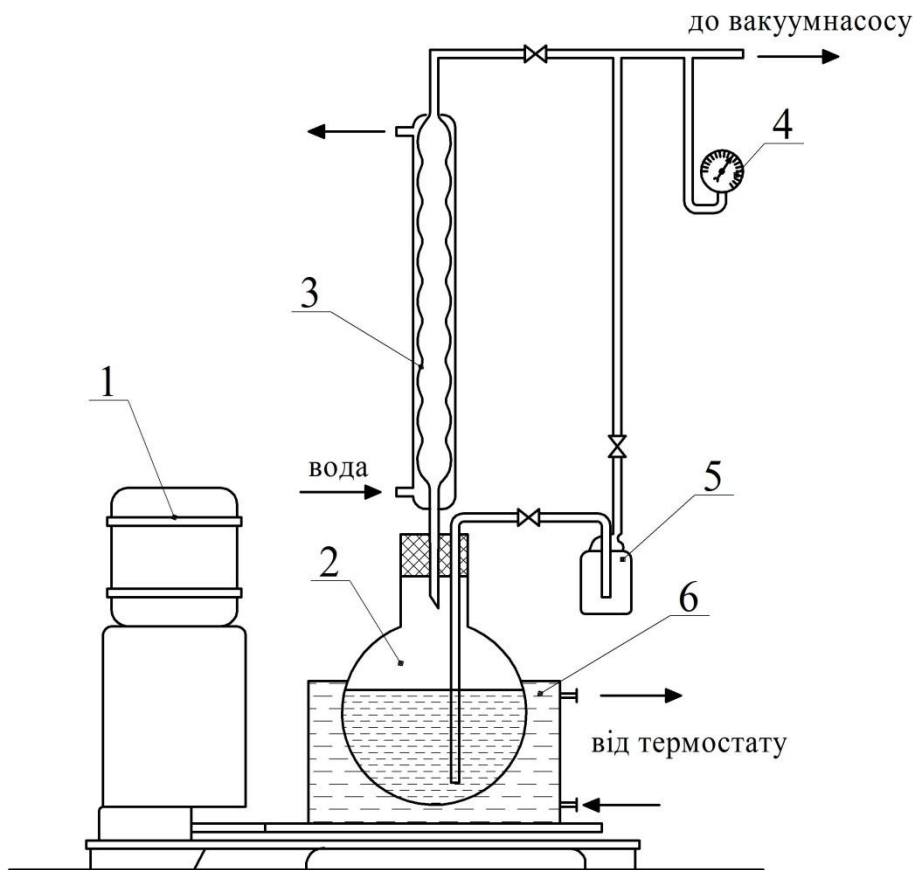


Рис. 1 – Схема експериментальної установки:
 1 – вібростенд; 2 – дифузійна камера; 3 – зворотній охолоджувач; 4 – вакуумметр; 5 – пробовідбірник; 6 – термостатична посудина.

Метод інтервально-ітераційного розрахунку значень коефіцієнту молекулярної дифузії базується на аналізі кінетики вилучення екстрактивних речовин з частинок екстрагованої сировини.

З приводу розв'язання цієї проблеми виконано аналіз літературних джерел що до процесу екстрагування цільових компонентів із рослинної зернової сировини. Проведено серії досліджень коефіцієнту молекулярної дифузії, за результатами яких виконано відповідні розрахунки та побудовано графіки та апроксимаційні залежності, що характеризують дифузійні властивості рослинної зернової сировини.

Дифузійні властивості пшеничного і ячмінного солоду досліджувались за стандарт-

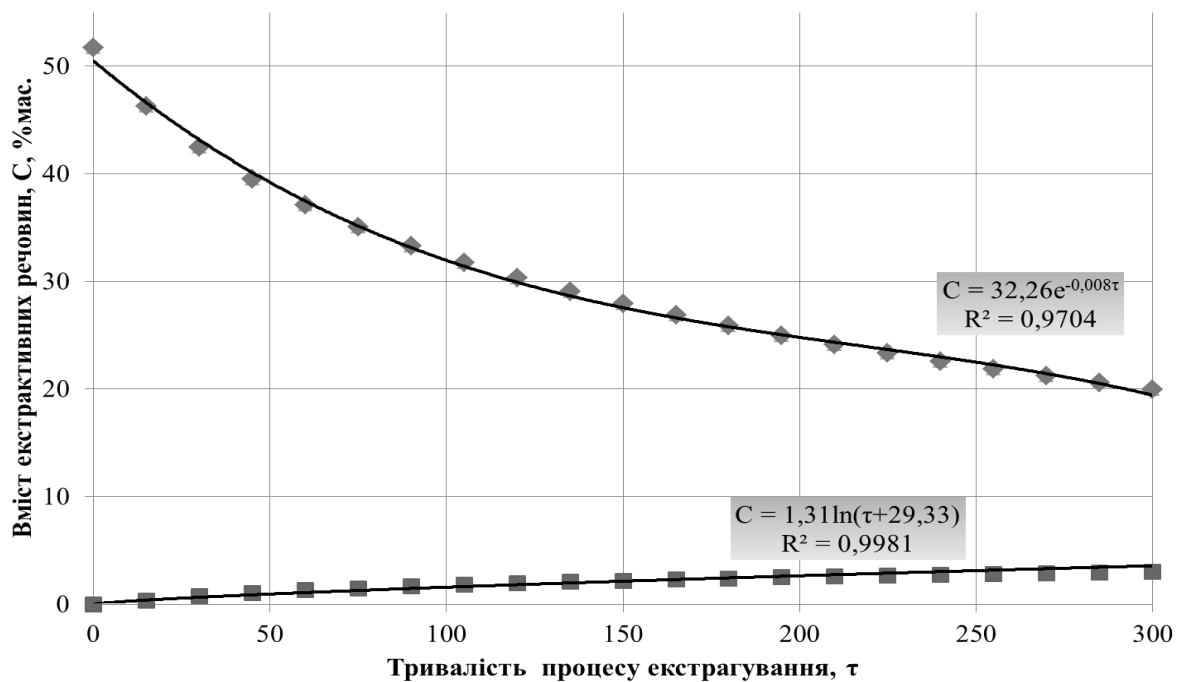


Рис.2 – Екстракційні криві при екстрагуванні пшеничного солоду

ною методикою В.М. Лисянського в умовах кипіння екстрагента під розрідженням на лабораторній установці, що складається з дифузійної камери зі зворотнім охолодженням, зануреної у термостатичну посудину (рис. 1).

Досліди проводилися при температурах 45, 60 °С і оптимальному співвідношенні рідкої та твердої фаз 10:1. Тривалість дослідів становила 15 - 300 хв. з відбором проб кожні 15 хв. Для розрахунку коефіцієнта дифузії форма сировини приймалась у вигляді кульки з еквівалентним радіусом 1 мм. Таким чином дифузія в сировині відбувалась тільки в напрямі оточуючого екстрагента при зведеному до мінімуму зовнішньому дифузійному опорі з використанням вібростенда, на якому встановлювалась екстракційна камера. В кожному досліді розраховувалось значення коефіцієнта дифузії при заданому часі. Концентрація водорозчинних сполук в екстракті визначалась рефрактометричним методом, а в проєкстрагованій масі за балансовими співвідношеннями.

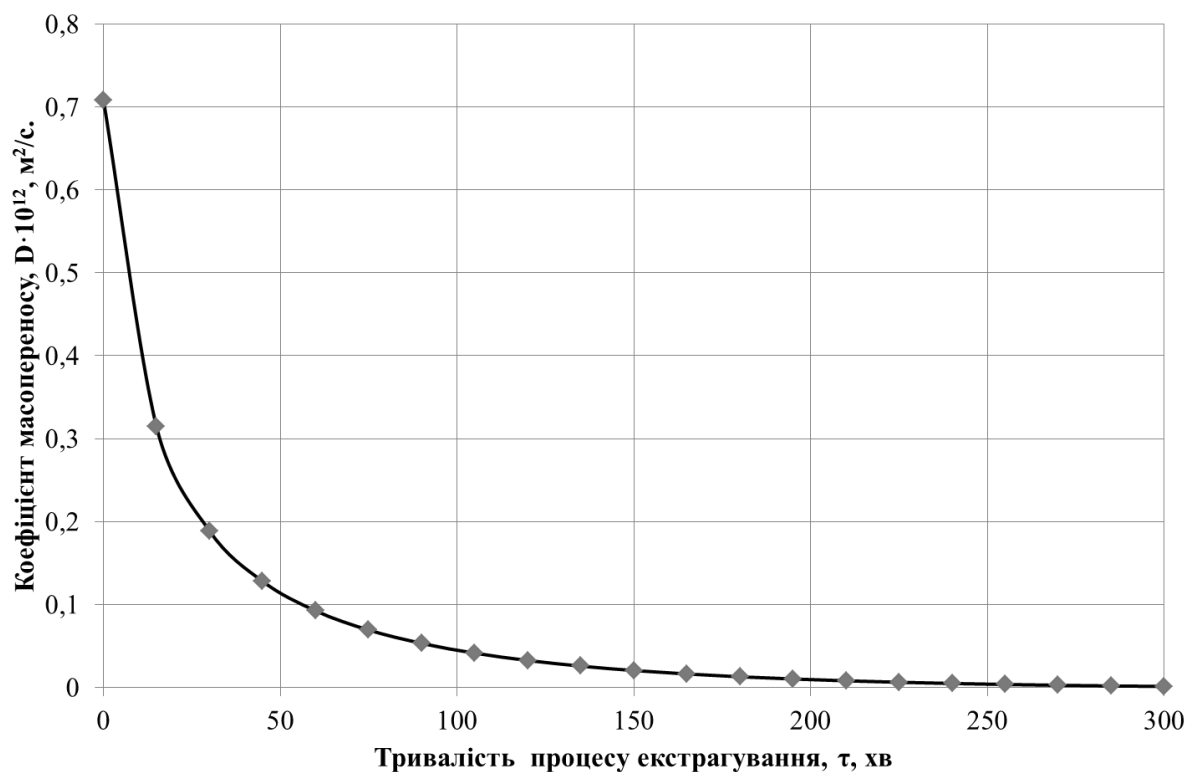


Рис.3 – Графік залежності коефіцієнта дифузії від тривалості екстрагування пшеничного солоду

Висновки.

В результаті досліджено дифузійні властивості пшеничного та ячмінного солоду, що дає змогу отримати високоцінні екстракти з цих сировин для консервної, косметичної та фармацевтичної галузей промисловості. Експериментально встановлено, що для оптимального забезпечення молекулярної дифузії необхідна температура 55...60 °С. Визначені коефіцієнти молекулярної дифузії можуть бути використані для розрахунку кінетичних характеристик процесу вилучення екстрактивних речовин із цієї сировини при проектуванні екстракційної апаратури. Проведені дослідження нададуть можливість отримати дані для попереднього розрахунку режимних та конструктивних параметрів процесу екстрагування, а також для розроблення нових видів продуктів з використанням екстрактів і концентратів солоду зернової сировини як високоцінної харчової добавки.

Література

1. Скурихина И. М. Химический состав пищевых продуктов 2. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. — 224 с.
2. Стабников В.Н., Лисянский В.М., Попов В.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 503 с.
3. Аскельруд Г.А., Лисянский В.М. Экстрагирование. – Л., «Химия». – 1974. – 256 с.
4. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств / Под ред. В.Н. Стабникова. — К.: Вища шк., 1982. — 199 с.