

ДОСЯГНЕННЯ В ЕКСТРАКЦІЇ ПРИРОДНИХ БАРВНИКІВ

О.В. ПАХОЛЮК, Д.О. МЕЛЬНИК, О.М. ГЛУШЕНКО

Луцький національний технічний університет

Екстракція барвника з природних джерел є фундаментальним кроком у приготуванні очищених природних барвників, оскільки рослинна матриця містить лише невеликий відсоток барвника, зазвичай у діапазоні від 0,5 до 5%, і кілька інших компонентів, таких як нерозчинні у воді волокна, вуглеводи, білок, хлорофіл і дубильні речовини. Вибір найбільш підходящої техніки екстракції повинен ґрунтуватися на оцінці природи та розчинності фарбувальних матеріалів.

Екстракція природних барвників стає дедалі актуальнішою через їх екологічність, безпеку та широкий спектр застосування в текстильних, харчових, косметичних та фармацевтичних галузях. Останні досягнення в цій сфері стосуються нових джерел сировини, удосконалення технологій видобутку та підвищення ефективності використання барвників.

Найбільш поширеними методами екстракції природних барвників є: водна екстракція, екстракція розчинником, екстракція лугом або кислотою, екстракція за допомогою ультразвуку та мікрохвиль, ферментативна екстракція та ферментація.

Водна екстракція – це традиційний метод, при якому речовина барвника спочатку подрібнюється до дрібних шматочків або в порошок, а потім занурюється у воду, щоб послабити структуру клітин і підвищити ефективність процесу. Розчин барвника отримують шляхом кип'ятіння, а потім фільтрують. Процес екстракції та фільтрації можна повторити кілька разів.

Водна екстракція є стійкою та безпечною технікою, і екстракт можна легко наносити на текстиль. Недоліками є тривалий час екстрагування, велика кількість води та низький вихід барвника, оскільки екстрагуються лише водорозчинні компоненти барвника. Крім того, разом з барвником екстрагуються цукри та інші водорозчинні компоненти. Вихід термочутливих барвників знижується при високих температурах.

Подібною до водної екстракції є екстракція органічними розчинниками, такими як етанол або метанол, або сумішшю розчинників, що, забезпечує вищий вихід екстракції. Можна використовувати нижчі температури, що обмежує ймовірність деградації. Водно-спиртова екстракція може витягувати як водорозчинні, так і нерозчинні компоненти. Крім того, розчинники можна легко видалити за допомогою дистиляції для повторного використання. До недоліків можна віднести наявність токсичних залишків розчинників. Крім того, екстрагований матеріал погано розчиняється у воді; може відбуватися спільне вилучення інших речовин, таких як хлорофіли та воскоподібні матеріали.

Подібно до попередніх методів, екстракція в лужних або кислотних умовах може сприяти гідролізу глікозидів з вищим виходом екстракції, оскільки багато барвників знаходяться у формі глікозидів. Лужна екстракція особливо підходить для барвників, що містять фенольні групи, які розчинні в лужних

умовах. Недоліком цієї техніки екстракції є те, що лужні умови можуть пошкодити барвник, оскільки багато барвників чутливі до рН.

При екстракції за допомогою ультразвуку і екстракції за допомогою мікрохвиль речовина барвника обробляється водою або іншими розчинниками в присутності ультразвуку або мікрохвиль. Ці процеси забезпечують кращий вихід екстракції, нижчі температури екстракції, менше використання розчинника та менші витрати часу та енергії. Можливість використання нижчих температур більше підходить для термочутливих молекул.

Ультразвук визначається як механічні хвилі, що характеризуються частотою понад 20 кГц (діапазон чутності людини). Хвилі можуть поширюватися в твердих тілах, рідинах і газах через цикли стиснення і розрідження. Коли хвилі високої інтенсивності поширюються в рідкому середовищі, негативний тиск під час фази розрідження є сильнішим, ніж сила, що притягує молекули разом, спричиняючи дисперсію молекул і утворення кавітаційних бульбашок. Ці бульбашки ростуть, поки не згорнуть, породжуючи явище, відоме як кавітація, із підвищенням температури та тиску. Кавітація є важливим механізмом, який використовується в екстракції біоактивних сполук за допомогою ультразвуку. Власне кажучи, згортання бульбашок викликає ряд механізмів, таких як ерозія або утворення пор, які в кінцевому підсумку можуть сприяти руйнуванню клітин рослинної матриці та вивільненню та розчиненню цікавих сполук.

Екстракція за допомогою ферментів вважається екологічно безпечною технікою для вилучення активних сполук із рослинних матриць без використання розчинників. Ферменти діють як каталізатори та використовуються для вилучення, модифікації та синтезу природних активних сполук. Відповідні ферменти, такі як целюлаза, амілаза та пектиназа, використовуються для розкладання рослинних тканин у м'яких умовах, сприяючи вивільненню активних сполук і збільшуючи швидкість екстракції. Температура та рН є основними факторами, які впливають на активність ферментів. Ці методи особливо підходять для твердих рослинних матеріалів, таких як кора та коріння.

Отже, розвиток технологій екстракції природних барвників відкриває нові можливості для екологічно чистого виробництва та стійкого споживання, зменшуючи залежність від синтетичних аналогів, які шкідливі для довкілля та здоров'я.

Література

1. Pizzicato B, Pacifico S, Cayuela D, Mijas G, Riba-Moliner M. Advancements in Sustainable Natural Dyes for Textile Applications: A Review. *Molecules*. 2023; 28(16):5954.
2. Пахолук О.В. (2022). Ключова роль стандартизації нанопродукції в процесі її комерціалізації в Україні / Пушкар Г.О., Пахолук О.В. та ін. // Вісник ЛТЕУ. Технічні науки. № 29. С. 21-29.