

ЗЕЛЕНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПЕРЕРОБЦІ ВІДХОДІВ СОЄВОГО ВИРОБНИЦТВА

З. С. ЧЕРЕШНЯ, Т. В. ІВАНІШЕНА, І. О. ПІДГАНЮК
Хмельницький національний університет

Ринок сої в Україні невпинно продовжує зростати. Врожай сої за 2023 рік склав 4,7 млн тонн, з них, за даними АПК-Інформ, було перероблено 1,98 млн тонн, а частка експорту соєвого шроту склала 41% [1, 2]. Соєвий шрот – це продукт, що залишається після видалення олії з соєвих бобів. Його хімічна формула неоднозначна, оскільки шрот складається з різних складових, а саме, білків, вуглеводів, клітковини, мінералів та залишків жирів. Основний склад можна описати вмістом таких компонентів: протеїни (до 80%), залишки жиру (1-2%), клітковина (до 6 %), зола або мінеральні речовини (до 1,5%), розчинник гексан, який використовують при екстракції олії(0,1%)[3]. Склад амінокислот у соєвому шроті наведено в таблиці 1:

Таблиця 1 – Амінокислотний склад соєвого шроту [4]

Амінокислоти	Вміст у шроті, %
Аргінін (Arg)	3,98 ± 0,216
Лізин (Lys)	4,51 ± 0,135
Тирозин (Tyr)	1,77 ± 0,072
Фенілаланін (Phe)	2,94 ± 0,230
Гістидин (His)	1,37 ± 0,058
Лейцин (Leu)	5,12 ± 0,401
Ізолейцин (Ile)	2,38 ± 0,133
Метіонін (Met)	0,88 ± 0,029
Валін (Val)	2,34 ± 0,106
Пролін (Pro)	2,20 ± 0,097
Треонін (Thr)	2,14 ± 0,235
Аланін (Ala)	3,23 ± 0,194
Серин (Ser)	4,15 ± 0,342
Гліцин (Gly)	2,73 ± 0,086
Аспарагінова кислота +аспарагін (Asp+Asn)	4,45 ± 0,315
Глутамінова кислота +глутамін (Glu+Gln)	6,76 ± 0,511
Цистин (Cys)	0,91 ± 0,060
Триптофан (Trp)	0,60 ± 0,037

Частина цих амінокислот є незамінними продуктами, вони необхідні для росту та розвитку м'язів, нормального функціонування організму, а саме печінки, мозку, нервової системи. Амінокислоти забезпечують міцність та гнучкість сухожилів і зв'язок, здоров'я волосся та шкіри, її пружності, гладкості, зволоженості та загоєнню ран.

Амінокислоти знаходять широке застосування в різних галузях промисловості, від агро- та харчової до косметичної і фармацевтичної

промисловості. Поряд з тим кількість соєвого шроту, як побічного продукту виробництв зростає щорічно, із збільшенням кількості сої для переробки. Для вирішення цих проблем було запропоновано спосіб вилучення амінокислот із відходів переробки сої, а саме, соєвого шроту, половина якого у 2023 році пішла на експорт. Спосіб базується на принципах зеленої хімії й передбачає використання надкритичної води для екстракції розчину амінокислот зі шроту. Згідно дослідження [5] поєднання високого тиску і високих температур, тобто тих, що притаманні процесу отримання надкритичної води, призводить до розгортання і гідролізу білка. Як тільки розчин білка потрапляє в такі умови, він починає розщеплюватися на пептиди і вільні амінокислоти. Якщо час реакції надмірно великий, процес завершується вивільненням амінокислот з пептидів і їх подальшим розщепленням до органічних кислот. Під час цього дослідження було визначено оптимальні умови для екстракції амінокислот з відходів соєвого виробництва, а саме $T = 210\text{-}220\text{ }^{\circ}\text{C}$, час реакції – 30 хв, або $T = 250\text{ }^{\circ}\text{C}$, час реакції – 14 хв. При таких умовах вихід амінокислот склав 63%.

Процес екстракції передбачає, що крізь подрібнений соєвий шрот у реакторі під тиском та температурою пропускається вода, розчиняючи амінокислоти та виводячи їх, після чого за допомогою центрифугування чи ультрафільтрації амінокислоти виділяються з розчину. Схематично цей процес можна представити у вигляді рис.1. Контроль складу амінокислот, які вилучаються, можна проводити за допомогою газової чи рідинної хроматографії.

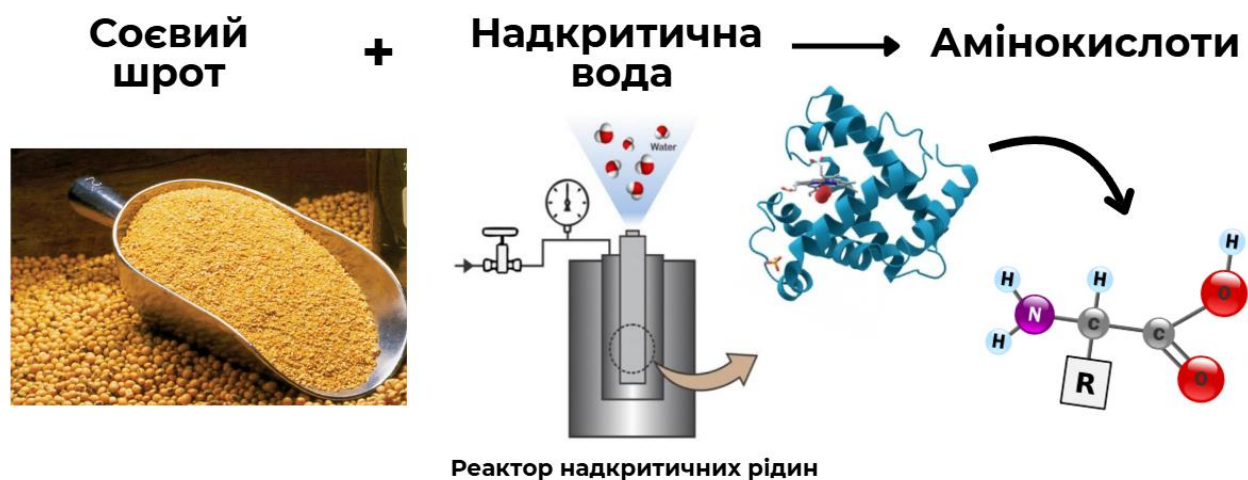


Рис.1. Екстракція амінокислот з соєвого шроту

Переваги такого методу обґрунтовуються екологічним підходом, запровадженням замкнутого циклу виробництва, де вода може використовуватися повторно, відсутністю залишкових органічних розчинників (таких як гексан).

Залишки обробленого шроту можна компостувати, зважаючи на можливий залишковий вміст клітковини, нерозчинної золи, мінеральних сполук або використовувати для виробництва біопалива.

Література

1. Сезон сої 2024: огляд врожайності, цін та прогнозів [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://kurkul.com/spetsproekty/1642-sezon-soyi-2024-oglyad-vroжайnosti-tsin-ta-prognoziv>
2. В Україні спостерігається другий «пік» переробки соєвих бобів - АПК-Інформ [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.apk-inform.com/uk/news/1544622>
3. ДСТУ 4593:2006 Шрот соєвий харчовий. Технічні умови – [Чинний від 01.01.2008] // [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://kolosok.info/%D0%93%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8B/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-4593:2006.-%D0%A8%D0%A0%D0%9E%D0%A2-%D0%A1%D0%9E%D0%84%D0%92%D0%98%D0%99-%D0%A5%D0%90%D0%A0%D0%A7%D0%9E%D0%92%D0%98%D0%99.-%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96-%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8-%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2-%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D1%8B-4593:2006_g20
4. Ривак Г. П. Комплексна оцінка продуктів переробки сої та соняшника / Г. П. Ривак Г. Й. Бойко Р. О. Ривак // [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/352775372_COMPREHENSIVE_EVALUATION_OF_SOYBEAN_AND_SUNFLOWER_PROCESSING_PRODUCTS/fulltext/6393869711e9f00cda30fc58/COMPREHENSIVE-EVALUATION-OF-SOYBEAN-AND-SUNFLOWER-PROCESSING-PRODUCTS.pdf?origin=scientificContributionsf_download&rr=8e079509faaaca56
5. Marceta I. The use of sub-critical water hydrolysis for the recovery of peptides and free amino acids from food processing wastes. Review of sources and main parameters / Ismael Marcet , Carlos Álvarez , Benjamín Paredes , Mario Díaz // Elsevier – 2016. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X16300095>