

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 664.38

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2024-3-1>

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЛУЧЕННЯ БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ З ВІДХОДІВ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Л. С. ГОЛУБ, кандидат технічних наук, доцент;

А. В. ВОДОЛАЗЬКА, студент

(Український державний університет науки і технологій)

Анотація. Актуальним напрямком розвитку харчової технології є розробка корисних для здоров'я споживачів та низькокалорійних продуктів. Доцільним є використання рослинних білків, які на відміну від білків тваринного походження, не підвищують рівень холестерину в організмі людини. Баланс амінокислотного складу у рослинних білків менше, ніж баланс у білків тваринного походження, але білкові продукти рослинного походження мають й переваги – низькокалорійність, відсутність в складі та в подальшому в готовому харчовому продукті лактози. Харчові продукти, які містять в своєму складі рослинні білки, можна використовувати в раціоні харчування дітей, людям, що знаходяться на дієті. На теперішній час в Україні не поширене виробництво харчових рослинних білків, хоча сировини для цього достатньо, тому актуальним є подальше дослідження цього питання. Мета дослідження – оптимізація технології вилучення білкових продуктів з відходів переробки рослинної сировини. Технологія білкових ізолятів полягає у вилученні білків із харчового шроту або жмиху. Для цього процесу необхідно нейтральний або лужний розчинник та екстрактор (будь-якого типу). Білкові ізоляти вважаються найбільш багатими на вміст білку, адже мають в своєму складі понад 90% білків. Ізоляти одержують за рахунок стадії екстракції білків із знежиреного борошна з подальшим виділенням самих білків із суміші. В даній роботі використовували суміш знежиреного міксу жмихів з гарбузового, конопляного, льняного насіння. В результаті проведених досліджень оптимізовано технологію вилучення білкового ізоляту із знежиреного міксу відходів рослинної сировини, визначені оптимальні режими проведення процесу. Одержано рослинний білок з відмінними органолептичними показниками. Встановлено, що при підвищенні значення рН кількість вилученого білкового ізоляту збільшується. Запропоновано використання одержаного рослинного білка в якості емульгатора в майонезних соусах, в рецептурах продуктів дитячого харчування, в рецептурах харчових страв для спортсменів з метою профілактики нестачі білка в організмі людини.

Ключові слова: рослинна сировина, переробка відходів, жмих, органолептичні властивості, білкові продукти, технологія, рослинний білок.

Постановка проблеми в загальному вигляді.

Актуальні розробки харчової промисловості в останні роки полягають в напрямку забезпечення організму людини корисними для здоров'я та низькокалорійними продуктами, доцільним є збільшення в раціоні кількості білку. Харчові продукти, які містять в своєму складі рослинні білки, можна використовувати в раціоні харчування дітей, людям, які потребують дієти, при непереносимості лактози. На теперішній час в Україні не поширене виробництво харчових рослинних білків, хоча сировини для цього достатньо, тому актуальним є подальше дослідження цього питання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вихід білка рослинного походження залежить від технології одержання. Білкові продукти можна розділити на 4 групи:

1) борошно та натуральні пластівці, які одержують виключно з подрібнених бобів сої, після процесу розділення зародку та оболонки, а також

волого-теплової обробки, при цьому не вилучаючи олію. Такі продукти за хімічним складом нагадують насіння, але в своєму складі в них менший вміст клітковини;

2) борошно (знежирені пластівці). Масова частка білків в них становить 50-55%, вуглеводів становить приблизно 38% (15% з них становлять розчинні вуглеводи). Отримують їх із соєвих пластівців, з яких було видалено олію, але перед цим з пластівців вилучають розчинник при температурі 70-80°C. Далі проходить процес висушування при температурі 90-120°C, одержаний продукт охолоджують, та за необхідності може відбуватися процес подрібнення;

3) білкові концентрати – це концентровані білкові продукти, які вилучають із жмиху без вмісту олії (знежиреного насіння). Зі знежиреного подрібненого жмиху видаляють небілкові сполуки, залишаючи чистий білок. Частка білків в таких продуктах становить 65-70%;

4) білкові ізоляти вважаються найбільш багатими на вміст білку, адже мають в своєму складі понад 90% білків. Ізоляти одержують за рахунок стадії екстракції білків із знежиреного борошна з подальшим виділенням самих білків із суміші [1, 2].

Технологія білкових ізолятів полягає у вилученні білків із харчового шроту [3, 4]. Білкові ізоляти мають найбільший вміст білків в своєму складі. За технологічною схемою отримання ізолятів розрізняють наступні стадії: відбуваються процеси екстракції із шроту білків, вилучення їх із екстракту та остаточне висушування з отриманням готового продукту. В якій кількості буде одержано білковий ізолят залежить від ефективності екстракції білків. Для екстракції білків зазвичай застосовують нейтральні або полярні розчинники. В якості нейтральних розчинників обирають воду або розчин хлориду натрію, а в якості полярних – лужні розчини [5]. Білкові ізоляти, отримані із шроту, можуть бути використані як функціональні харчові добавки, а точніше як емульгатор, для фіксації харчової та текстурної продукції [1, 2].

Для одержання харчових білків необхідно обрати знежирений жмих або шрот, який має найбільший вміст нативних білків, низьку кількість ліпідів та найменший вміст вуглеводних та інших домішок, які не притаманні шроту. Шрот має містити в своєму складі 75-82% протеїну (розчинного) [6, 7].

Насіння льону та продукти його переробки вважають дуже перспективними фізіологічно-функціональними інгредієнтами. Цінність продуктів обумовлена вмістом в складі поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), лігнанів, харчових волокон, білків, макро- та мікроелементів, а також вітамінів [8]. В насінні льону присутній великий вміст слизу, що доволі пригнічує роботу з даною культурою. Продукти виходять з великою в'язкістю. Слиз присутній і в знежиреному жмиху, що при проведенні дослідів внесе свою частку труднощів. Ляний шрот є джерелом більшості вітамінів, таких як V_1 , V_2 , V_6 , ніацину (PP), пантотенової (V_3) та фолієвої кислоти (V_9), біотину (V_7), токоферолу (вітамін E). Особливе значення має вміст тіаміну (V_1). Цей продукт є природним джерелом селену.

В останні роки дуже популярним стало використання конопляної сировини (ненаркотичної), адже почали знаходити перспективність використання даної продукції. Конопельним шротом можна назвати харчову добавку, яка має структуру порошку. Шрот одержується із знежиреного насіння коноплі. Конопляний протеїн містить засвоєвані білки, конопляну олію та незамінні жирні кислоти (НЖК), властиві в основному саме конопляному насінню. Порошок з насіння коноплі має приблизно 50% білків, має всі необхідні 20 амінокислот, а також 8 незамінних, жири в складі 12%, вітаміни, рослинну клітковину

в кількості 21% та мікроелементи [9]. Конопля відома багатьма своїми властивостями, а от протеїн коноплі має найкращу засвоєваність серед рослинних білків. Складається він загалом із глобуліну та альбуміну.

З насіння гарбуза отримують корисну гарбузову олію. А знежирений жмих з гарбуза не знайшов широкого розповсюдження в харчовій промисловості, хоча в його складі присутній протеїн в достатньо великій кількості (близько 50%). Крім того, насадження гарбузів в Україні з кожним роком тільки збільшується. Білок, одержаний з відходів переробки гарбузової сировини, складається із водорозчинного альбуміну, солерозчинного глобуліну, лугорозчинного глютеніну та спирторозчинного проліну. Також гарбузовий жмих містить усі незамінні для організму людини амінокислоти, а також має в своєму складі корисну для дітей амінокислоту – гістидин. Завдяки унікальному складу (50 макро- та мікроелементів, серед яких основними є залізо, цинк, кальцій, фосфор, магній та селен), гарбузовий жмих має велику харчову та біологічну цінність. Жмих також має такі властивості як: бактерицидні, протизапальні, протипухлинні та протиалергійні. Аргінін, який присутній в гарбузі та в продуктах переробки також, дозволяє збільшити масу м'язів, тому гарбуз є бажаним в раціоні спортсменів. На настрій, працездатність та на саму нервову систему в позитивному плані можуть впливати амінокислоти, які присутні в гарбузовій сировині – валін, глютамін, гліцин та фенілаланін [10].

Формування цілей статті. Метою роботи є оптимізація та визначення оптимальних параметрів технології одержання білкового ізоляту з продуктів переробки рослинної сировини з метою одержання максимального виходу рослинного білка.

Виклад основного матеріалу дослідження. В даній роботі використовували мікс жмихів з гарбузового, льняного, конопляного насіння виробництва ФОП «Кібець Р.В.». Спочатку було вирішено визначити відсоток одержання білку з кожного виду жмиху рослинного насіння. Гарбузи є одним із розповсюджених видів продукції, яка вирощується на території України в великих об'ємах. З м'якоти гарбуза виготовляють соки, а з насіння вилучають корисну олію, а знежирений жмих з гарбуза набув розповсюдження лише в якості дієтичної добавки. Гарбузовий жмих в своєму складі містить натуральний комплекс білків, ліпідів, вітамінів, макро- і мікроелементів у поєднанні з цінними харчовими волокнами рослинного походження. Знежирений гарбузовий жмих багатий клітковиною, яка сприяє виведенню солей важких металів з організму, стабілізує рівень цукру в крові, нормалізує роботу шлунково-кишкового тракту, допомагає очистити кишечник, допомагає знизити вагу тіла. Також

гарбузовий жмих багатий на цинк, який є одним із основних компонентів для підтримки здоров'я шкіри, кісток, нігтів та волосся.

Першим етапом роботи було екстрагування білків за відношенням жмих:екстрагент (1:10) при постійному перемішуванні, при температурі в межах 40-45°C за тривалості процесу – 1 година. В якості екстрагенту було використано розчин NaCl у гідроксидному буфері при змінному значенні рН (9,0; 10,0; 11,0). Другим етапом йде одержання білкових ізолятів. Одержаний екстракт білків осаджували за допомогою методу ізоелектричного осадження, доводячи значення рН до 3,9-4,2 додаючи до екстракту 1 н розчин HCl. За допомогою центрифугування розділили білковий осад від сироваткової води протягом 15 хвилин при 1500 об/хв. Отриманий осад було промито задля видалення залишків хлориду натрію та кислоти. За допомогою центрифугування також відділяли промивну воду при тих самих умовах. Одержаний продукт висушували в термошафі при температурі 40-45°C до постійної маси. В таблиці 1 наведено результати отриманих досліджень.

У ході дослідження використовували п'ятикратну повторність дослідів. Похибка при обчислюванні результатів не перевищувала 0,01%.

Таблиця 1
Результати досліджень вилучення білків із гарбузового жмиху

Значення рН екстрагенту	Кількість білка, %
9,0	23,15
10,0	29,46
11,0	31,76

Як бачимо, з підвищенням значення рН екстрагенту, вихід білка збільшується.

Для вилучення білків з відходів конопляної сировини було обрано знежирений жмих з насіння (спеціального, дозволеного законом для вирощування в промислових масштабах) сорту волокнистої коноплі. Даний вид шроту не має у своєму складі каннабіолу, який є наркотичною психотропною речовиною.

Процес проводився при тих самих умовах, за допомогою тих же двох етапів, які були описані для гарбузового жмиху.

Результати досліджень наведено в таблиці 2.

Таблиця 2
Результати досліджень вилучення білків із конопляного жмиху

Значення рН екстрагенту	Кількість білка, %
9,0	18,76
10,0	25,23
11,0	27,78

З одержаних даних бачимо, що з підвищенням значення рН екстрагенту, вихід білка збільшується.

Знежирений жмих з насіння льону у своєму складі має велику кількість клітковини, яка корисно впливає на кишково-шлунковий тракт людини. Жмих льону має світло-коричневий колір та горіховий присмак. В складі шроту льону є багато корисних компонентів, завдяки яким полегшуються процеси травлення. Але також в льоні, як було описано вище, є такий компонент як слиз, який в деяких умовах може заважати проведенню процесу вилучення білкових продуктів. Так і вийшло при роботі зі жмихом з насіння льону при вилученні білків. Завдяки присутності слизових частинок, робота з даної сировини трохи сповільнилася. Для того щоб провести нормально процес екстрагування білків, довелося збільшити кількість екстрагенту. Таким чином, замість співвідношення 1:10 було обрано співвідношення 1:20, це дозволило краще провести процес перемішування, так як через слизові компоненти з попереднім співвідношенням це було неможливим. Також через присутність клейкої речовини було сповільнено процес фільтрування, який йде після екстрагування для того, щоб відділити твердий залишок, який виводиться з роботи. Результати проведеного дослідження наведено в таблиці 3.

Таблиця 3
Результати досліджень вилучення білків із лляного жмиху

Значення рН екстрагенту	Кількість білка, %
9,0	17,86
10,0	22,23
11,0	25,71

Порівняльні значення одержаних результатів наведені в таблиці 4.

Таблиця 4
Порівняльні результати досліджень

Значення рН екстрагенту	Кількість білка, % із гарбузового шроту	Кількість білка, % із конопляного шроту	Кількість білка, % із лляного шроту
9,0	23,15	18,76	17,86
10,0	29,46	25,23	22,23
11,0	31,76	27,78	25,71

Найбільший вихід білка, як показали дослідження, вилучається із жмиху з гарбузового насіння, після нього йде вихід білку з конопляного жмиху, а найменший вихід, як видно з одержаних результатів, спостерігається при вилученні білку зі жмиху з насіння льону.

Подальшим етапом було вирішено дослідити вихід кількості білкового ізоляту із суміші знежиреного міксу жмихів із конопляного, гарбузового та лляного насіння. Знежирений мікс складався у відсотковому співвідношенні наведених вище рослинних

культур 40:40:20. Процес одержання білкового ізоляту проводився за наведеною вище схемою, за тими самими параметрами та змінними значеннями рН екстрагенту. В таблиці 5 наведено одержані результати досліджень із вилучення білка із міксу знежиреної суміші конопляний+гарбузовий+льняний жмихи.

Таблиця 5
Результати досліджень із вилучення білків із суміші знежирених рослинних відходів

Значення рН екстрагенту	Кількість білка, %
9,0	20,96
10,0	27,34
11,0	29,78
12,0	28,13

З одержаних результатів можна зробити висновок, що оптимальним режимом вилучення білкового ізоляту є проведення процесу при рН 11. При підвищенні рН спостерігаємо, що вихід білка зменшується. Необхідно дотримуватися контролю температурного параметру проведення процесу, температура проведення вилучення білкового ізоляту не повинна перевищувати 43°C.

Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі.

Одержаний рослинний білок гарно засвоюється людським організмом, є низькокалорійним, не призводить до підвищення рівня холестерину.

Одержані білкові ізоляти є дрібнодисперсними структурами (середній діаметр близько $6,42 \cdot 10^{-6}$ м), тому він здатний до водопоглинання, що дозволяє йому виявляти властивості згущувача.

Білкові продукти із олійного насіння є одним із перспективних компонентів для використання у виробництві харчових продуктів. Білкові продукти мають високу біологічну цінність, а також емульгуючу здатність, що дозволяє вводити їх в рецептури харчових продуктів задля отримання стійкої емульсії, прийнятної консистенції для більшості відомих харчових продуктів. Білкові продукти дозволяють отримати продукти, націлені на певні ланки суспільства: дієтичні, дитячі. Додавання білкових продуктів до рецептур хлібобулочних виробів, які зазвичай відомі дефіцитом в своєму складі білків, є майбутнім етапом дослідження. При цьому можливо одержати корисний продукт достатньої якості та високої харчової цінності. Актуальним є використання білкових ізолятів у виробництві дитячого харчування, відомо, що рослинні білки не призводять до алергічних реакцій. Підсумовуючи, можна сказати, що білкові ізоляти загалом використовують для збагачення продуктів харчування поживним білком, для зниження кількості жиру в харчових продуктах, для утворення більшої стійкості емульсій (в якості емульгатора). Необхідно відмити доступну вартість та безпечність такого продукту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lesia S. Holub, Yevhenii P. Levchenko, Ekaterina N. Vlasenko. Development of technology for extraction of protein isolate from pumpkin meal with its further use as emulsifier in mayonnaise recipe. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2022. V. 30(2). P. 222–228.
2. Голуб Л.С., Власенко К.М. Інноваційні підходи до складання рецептур майонезних соусів з використанням нетрадиційної сировини. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2023. № 33. С. 40–46.
3. Gupta A., Sharma R., Sharma S., Singh B. Oilseed as potential functional food Ingredient. Today and Tomorrow's Printers and Publishers. New Delhi, India, 2018. P. 25–58.
4. Teh S.S., Bekhit A.E., Carne A., Birch J. Effect of the defatting process, acid and alkali extraction on the physicochemical and functional properties of hemp, flax and canola seed cake protein isolates. *J. Food Meas. Charact.* 2013. №8. P.92–104.
5. Ivanova P., Chalova V., Koleva L., Pishtiyski I., Perifanova M. Optimization of protein extraction from sunflower meal produced in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2012. V.2. P. 153–160.
6. Teh S.S. Bekhit A.E., Hakeem K.R., Jawaid M., Alothman O.Y. Utilization of Oilseed Cakes for Human Nutrition and Health Benefits. *International Publishing. Cham, Switzerland*, 2015. P. 191–229.
7. Голуб Л.С., Левченко Є.П. Нові функціональні харчові продукти з використанням нетрадиційної сировини. International scientific and practical conference «Science, engineering and technology: global trends, problems and solutions» (Prague, 12–13 March, 2021). Prague, 2021. P.141.
8. Izhevskaya O. Investigation of lipids of flax seed meal and the prospect of using it in meat dishes. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 2019. 21(91). P. 9–13.
9. Сова Н.А., Луценко М.В., Єфімов В.Г., Кургалін С.М. Характеристика сипких конопляних продуктів. *Вісник Національного 20 технічного університету «ХПІ»*. Нові рішення в сучасних технологіях. Харків. 2018. № 45(1321). С. 207–213.
10. Preethi Ramachandran, Anju K. Dhiman, Surekha Attri (2017). Extraction of Pectin from Ripe Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch ex. Poir) Using Eco-Friendly Technique. *Indian Journal of Ecology*, 44 Special Issue (6), 685–689.

REFERENCES

1. Lesia, S. Holub, Yevhenii, P. Levchenko, Ekaterina N. Vlasenko. (2022). Development of technology for extraction of protein isolate from pumpkin meal with its further use as emulsifier in mayonnaise recipe. *Journal of Chemistry and Technologies*, V.30(2), 222–228.
2. Holub, L.S., & Vlasenko, K.M. (2023). Innovatsiini pidkhody do skladannia retseptur maioneznychk sousiv z vykorystanniam netradytsiinoi syrovyny [Innovative approaches to preparing mayonnaise sauce recipes using non-traditional raw materials]. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky – Bulletin of the Lviv University of Trade and Economics. Technical Sciences*, № 33, 40–46 [in Ukrainian].
3. Gupta, A., Sharma, R., Sharma, S., & Singh, B. (2018). Oilseed as potential functional food Ingredient. *Today and Tomorrow's Printers and Publishers*. New Delhi, India, 25–58.
4. The, S.S., Bekhit, A.E., Carne, A., & Birch, J. (2013). Effect of the defatting process, acid and alkali extraction on the physicochemical and functional properties of hemp, flax and canola seed cake protein isolates. *J. Food Meas. Charact*, №8. 92–104.
5. Ivanova, P., Chalova, V., Koleva, L., Pishtiyski, I., & Perifanova, M. (2012). Optimization of protein extraction from sunflower meal produced in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, V.2, 153–160.
6. The, S.S. Bekhit, A.E., Hakeem, K.R., Jawaid, M., & Alothman, O.Y. (2015). Utilization of Oilseed Cakes for Human Nutrition and Health Benefits. *International Publishing. Cham, Switzerland*, 191–229.
7. Holub, L.S., & Levchenko, Ye.P. (2021). Novi funktsionalni kharchovi produkty z vykorystanniam netradytsiinoi syrovyny [New functional food products using non-traditional raw materials]. *International scientific and practical conference «Science, engeneering and technologe: global trends, problems and solutions»* (p.141). Prague, 12–13 March [in Ukrainian].
8. Izhevskaya, O. (2019). Investigation of lipids of flax seed meal and the prospect of using it in meat dishes *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(91), 9–13.
9. Sova, N.A., Lutsenko, M.V., Yefimov, V.H., Kurhalin, S.M. (2018). Kharakterystyka sypkykh konoplianykh produktiv [Characteristics of loose hemp products]. *Visnyk Natsionalnoho 20 tekhnichnoho universytetu «KhPI». Novi rishennia v suchasnykh tekhnolohiiakh – Bulletin of the National 20th Technical University "KhPI". New solutions in modern technologies*, №45(1321), 207–213 [in Ukrainian].
10. Preethi Ramachandran, Anju K. Dhiman, Surekha Attri (2017). Extraction of Pectin from Ripe Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch ex. Poir) Using Eco-Friendly Technique. *Indian Journal of Ecology*, 44 Special Issue (6), 685–689.

L. Holub, PhD, Associate Professor; **A. Vodolazka**, Student (Ukrainian State University of Science and Technology). **Optimizing the technology of extracting protein products from plant waste**

Abstract. Nutrition is one of the most important factors in human life, it directly affects health, work capacity, physical and mental development. Development of low-calorie products that are beneficial for the health of consumers is an actual area of development of food technology. For the optimal functioning of all organs and systems in the body, nutrition must be complete and balanced. Among the food components that are of particular importance for human health, the most important role belongs to proteins of plant origin, since recently there have been negative changes in the diet of the population of Ukraine, associated with the reduction of the vast majority of products. This led to the development of a shortage of essential nutrients: proteins, vitamins, minerals, and polyunsaturated fatty acids. The use of vegetable proteins is also advisable because, unlike proteins of animal origin, they do not increase the level of cholesterol in the human body. The balance of the amino acid composition of vegetable proteins is less than the balance of proteins of animal origin, but protein products of plant origin also have advantages – low calorie content, absence of lactose in the composition and subsequently in the finished food product. The purpose of the research is to optimize the technology of extracting protein products from waste processing plant raw materials. In this work, a mixture of defatted pumpkin, hemp, and flax seed cakes was used. As a result of the conducted research, the technology for extracting protein isolate from the defatted mix of vegetable raw materials was optimized, and the optimal modes of the process were determined. A vegetable protein with excellent organoleptic indicators was obtained. It was established that the amount of extracted protein isolate increases when the pH value increases. It is proposed to use the obtained vegetable protein as an emulsifier in mayonnaise sauces, in recipes of baby food products, in recipes of food dishes for athletes in order to prevent protein deficiency in the human body. In the composition of food products, vegetable proteins have a positive effect on the organoleptic indicators of food: appearance, color, taste and texture.

Key words: vegetable raw materials, processing of waste, cake, organoleptic properties, protein products, technology, vegetable protein.