

## **СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

УДК 664.7:664.6:631.52

**Івченко М. В.,**

*mivchenko2015@gmail.com, ORCID ID: 0009-0004-6521-6897,*

*здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Харчові технології»,  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро*

**Сова Н. А.,**

*sova.n.a@dsau.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4750-2473,*

*Researcher ID: AAD-8848-2019,*

*к.т.н., доц., доцентка кафедри харчових технологій,*

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро*

**Кошулько В. С.,**

*koshulko.v.s@dsau.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0744-6318,*

*Researcher ID: АНС-9336-2022,*

*к.т.н., доцент, завідувач кафедри харчових технологій,*

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро*

**Алієв Е. Б.,**

*aliiev.e.b@dsau.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4006-8803,*

*Researcher ID: D-5266-2018,*

*д.т.н., ст. дослідник, професор кафедри інжинірингу технічних систем,*

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро*

### **КЕРОВАНЕ ФРАКЦІОНУВАННЯ МАКУХИ НАСІННЯ РОЗТОРОПШІ ПЛЯМИСТОЇ ЯК ПІДХІД ДО МАЛОВІДХОДНОЇ ПЕРЕРОБКИ**

**Анотація.** У статті представлено результати дослідження фізико-хімічних властивостей клітковини, борошна та білкового концентрату, отриманих після подрібнення та фракціонування макухи з насіння розторопші плямистої (*Silybum maritimum*). Актуальність роботи зумовлена сучасними тенденціями маловідходної переробки олійної сировини та необхідністю раціонального використання побічних продуктів олієвидобування з високою доданою вартістю.

Об'єктом дослідження була макуха, отримана після механічного пресування насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка. Макуху подрібнювали на лабораторному млині та фракціонували методом ситового аналізу з виділенням трьох фракцій різної дисперсності. Для вихідної сировини та кожної фракції визначали вологість, вміст олії, протеїну, клітковини, зольність, поживну й енергетичну цінність, а також кольорові характеристики в системі CIE Lab. Статистичну обробку результатів здійснювали методом дисперсійного аналізу.

Встановлено, що фракціонування макухи призводить до суттєвої диференціації її хімічного складу. Крупнодисперсна фракція характеризується високим вмістом клітковини та низькою енергетичною цінністю, що обґрунтовує її використання як джерела харчових волокон. Середня фракція має збалансований склад і може розглядатися як універсальна сировина для харчових технологій. Дрібнодисперсна фракція відзначається концентрацією протеїну, залишкової олії та мінеральних речовин, що робить її перспективною для отримання білково-ліпідних інгредієнтів та функціональних продуктів.

Отримані результати підтверджують доцільність керованого фракціонування макухи насіння розторопші плямистої як ефективного технологічного прийому, що створює передумови для її раціональної, маловідходної переробки та розширення напрямів використання при виробництві харчових продуктів та кормів.

**Ключові слова:** насіння розторопші плямистої, макуха, подрібнення, фракціонування, клітковина, борошно, білковий концентрат.

**Ivchenko M. V.,**

*mivchenko2015@gmail.com, ORCID ID: 0009-0004-6521-6897*

*Master's degree student in the Educational Programme "Food Technologies",*

*Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro*

**Sova N. A.,**

*sova.n.a@dsau.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4750-2473,*

*Researcher ID: AAD-8848-2019,*

*PhD, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Food Technologies,*

*Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro*

**Koshulko V. S.,**

*koshulko.v.s@dsau.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0744-6318,*

*Researcher ID: AHC-9336-2022,*

*PhD, Associate Professor, Head of the Department of Food Technologies,*

*Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro*

**Aliiev E. B.,**

*aliiev.e.b@dsau.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4006-8803, Researcher ID: D-5266-2018,*

*Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Professor at the Department*

*of Technical Systems Engineering,*

*Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro*

## **CONTROLLED FRACTIONATION OF MILK THISTLE (SILYBUM MARIANUM) SEED CAKE AS AN APPROACH TO LOW-WASTE PROCESSING**

**Abstract.** *The article presents the results of a study on the physicochemical properties of dietary fiber, flour, and protein concentrate obtained after grinding and fractionation of press cake derived from milk thistle seeds (*Silybum marianum*). The relevance of the research is determined by current trends toward low-waste processing of oilseed raw materials and the need for rational utilization of oil extraction by-products with high added value.*

*The object of the study was the seed cake obtained after mechanical pressing of milk thistle seeds of the Boikivchanka variety. The cake was ground using a laboratory mill and fractionated by sieve analysis to obtain three fractions with different particle sizes. For the initial raw material and each fraction, moisture content, oil, protein, fiber and ash contents, nutritional and energy value, as well as color characteristics in the CIE Lab system were determined. Statistical analysis of the results was performed using analysis of variance (ANOVA).*

*It was established that fractionation of the seed cake leads to a significant differentiation of its chemical composition. The coarse fraction is characterized by a high fiber content and low energy value, which justifies its use as a source of dietary fiber. The medium fraction has a balanced composition and can be considered a versatile raw material for food technologies. The fine fraction is distinguished by a high concentration of protein, residual oil, and mineral substances, making it promising for the production of protein–lipid ingredients and functional food products.*

*The obtained results confirm the feasibility of controlled fractionation of milk thistle (*Silybum marianum*) seed press cake as an effective technological approach, which creates prerequisites for its rational, low-waste processing and for expanding the directions of its use in the production of food products and animal feeds.*

**Key words:** milk thistle seeds, seed cake, grinding, fractionation, fiber, flour, protein concentrate.

**JEL Classification:** Q16, Q57, L66

**DOI:** <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2025-44-05>

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку харчових технологій особливої актуальності набувають дослідження, спрямовані на поглиблену переробку насіння олійних куль-

тур, зокрема розторопші плямистої (*Silybum marianum*), а також на ефективне та раціональне використання побічних продуктів їх переробки – макухи та шроту.

Світова практика переробки олійної сировини поступово трансформується від традиційної двопродуктової схеми (одержання олії та макухи) до концепції маловідходної або безвідходної переробки, за якої з одного виду сировини формується комплекс продуктів із високою доданою вартістю. До таких продуктів належать не лише рослинні олії, а й білкові та клітковинні інгредієнти, поліфенольні концентрати, біологічно активні та функціональні фракції. Такий підхід відповідає сучасним концепціям підвищення цінності та комплексного використання побічних продуктів харчової промисловості.

Насіння розторопші плямистої є цінною сировиною не тільки з позицій олійного напрямку, але й як джерело біологічно активних сполук. Цінним є вміст силімарину у насінні розторопші, який істотно варіює залежно від генетичних особливостей рослин та умов їх вирощування, проте в ряді випадків його концентрація у шроті або макусі після видобування олії є достатньо високою, що обґрунтовує доцільність подальшого цільового вилучення цих сполук [1–3].

Макуха та шрот розторопші характеризуються значним вмістом білків, харчових волокон і компонентів із антиоксидантною активністю, що створює передумови для їх використання у харчовій та кормовій промисловостях. У зв'язку з цим макуху доцільно розглядати не лише як традиційну кормову сировину, а як перспективний, наразі недостатньо реалізований ресурс для отримання функціональних харчових інгредієнтів та біологічно активних продуктів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні роки у сфері харчових технологій простежується стійка тенденція до зростання попиту на функціональні та збагачені харчові продукти. Це зумовлено зростанням поінформованості споживачів щодо ролі харчування у збереженні здоров'я, а також їхньою відкритістю до інноваційних харчових рішень [4].

Підвищений інтерес до корисних властивостей насіння олійних культур і продуктів його переробки сприяв глобальному нарощуванню обсягів вирощування олійних рослин. Традиційно макуху та шрот використовують переважно у кормовиробництві завдяки високому вмісту білка й біологічно активних сполук. Разом із зростанням чисельності населення та обмеженістю природних ресурсів посилюється потреба у комплексному й раціональному залученні побічних продуктів різних галузей харчової промисловості [4–6].

Частково знежирене насіння розторопші плямистої характеризується багатим і різноманітним хімічним складом. Вона містить у своєму складі від 20 до 37,5 % білків, від 10 до 12,9 % олії, від 27,2 до 35 % клітковини, до 30 % харчових волокон, близько 38,2 % загальних вуглеводів та приблизно 6,8 % мінеральних речовин. Продукт вирізняється високою концентрацією мінеральних елементів (зокрема Ca, Mg, Cu, Zn, Fe), а також є джерелом вітамінів групи B, аскорбінової кислоти, поліненасичених жирних кислот, пектинових сполук, ефірних олій, органічних кислот, біогенних амінів та селену.

Білкова складова макухи з насіння розторопші характеризується значною часткою незамінних амінокислот (зокрема аргінін, валін, лейцин, лізин). Значну біологічну цінність макусі надає наявність комплексу силімарину (2,5 г/100 г), який проявляє антиоксидантні та протизапальні властивості, бере участь у регуляції окисно-відновних процесів, сприяє зміцненню судинної стінки та зберігає стабільність за умов термічної обробки.

Значна частка клітковини й харчових волокон зумовлює здатність макухи з насіння розторопші позитивно впливати на функціональний стан підшлункової залози, поліпшенню ліпідного обміну, сприяти стабілізації рівня глюкози в крові, нормалізації роботи кишківника та нирок, а також підтримці жовчовивідної системи. Установлено, що вміст фенольних сполук у макусі з насіння розторопші перевищує аналогічні показники макухи із насіння інших олійних культур [4, 7, 8].

Виявлені практичні приклади використання макухи та шроту з насіння розторопші плямистої як компонента у складі різних харчових продуктів: напоїв сироваткових, печива пісочного, виробів хлібобулочних та м'ясних, напівфабрикатів січених тощо. Результати окремих досліджень свідчать про високі функціонально-технологічні властивості білкових компонентів насіння розторопші плямистої, зокрема їхню здатність до ефективного утримання вологи та зв'язування жиру. Це підтверджує доцільність використання продуктів переробки насіння розторопші у технологіях виробів м'ясних, альтернативних молочних продуктів, а також високобілкових функціональних напоїв [4, 9, 10].

Аналіз і узагальнення літературних джерел дає підстави розглядати макуху з насіння розторопші плямистої як перспективну білкову сировину для використання у харчовій промисловості.

**Постановка завдання.** Завдання дослідження полягало у визначенні фізико-хімічних показників

клітковини, борошна та білкового концентрату, одержаних шляхом подрібнення макухи з насіння розторопші плямистої з подальшим її фракціонуванням.

Перед початком проведення експериментальних досліджень здійснювали оцінювання якості досліджуваної сировини – макухи, отриманої після механічного видобування олії з насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка. Масову частку вологи в макусі визначали за допомогою вагів-воломіра Radwag MA 110 R за температури  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ . Вміст олії визначали екстракційним методом із застосуванням апарата Сокслета.

Для одержання експериментальних зразків макуху розторопші масою 500 г подрібнювали у лабораторному млині НС-1000У за частоти обертання 32 000 об/хв протягом 30 с.

Отриманий подрібнений матеріал фракціонували методом ситового аналізу на розсійнику лабораторному (3 хв за швидкості 120 об/хв) із використанням лабораторних сит з розмірами отворів 0,56 та 0,2 мм. За результатами просіювання виділяли три фракції і присвоїли їм назви, спираючись на досвід фахівців переробних підприємств: клітковина (зразок № 1) – сід із сита з отворами діаметром 0,56 мм, борошно (зразок № 2) – сід із сита з отворами діаметром 0,2 мм, білковий концентрат (зразок №3) – прохід крізь сито з отворами діаметром 0,2 мм. Для кожної фракції визначали її вихід.

Кольорові характеристики фракцій оцінювали в системі CIE Lab із застосуванням портативного колориметра Linshang LS173. Вміст вологи та олії у дослідних зразках подрібненої макухи визначали за методикою, аналогічною для вихідної сировини. Вміст протеїну у фракціях встанов-

лювали методом К'ельдаля, зольність – шляхом спалювання наважки у муфельній печі.

Кожне визначення проводили у трикратній повторності. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали з використанням дисперсійного аналізу (ANOVA).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Масова частка вологи у макусі, отриманій у процесі видобування олії із насіння розторопші плямистої, становила  $9,01 \pm 0,59$  %, що відповідає оптимальному рівню для зберігання рослинної сировини та мінімізує ризик мікробіологічного псування й розвитку пліснявих мікроорганізмів. Такий показник вологості свідчить про дотримання раціональних умов пресування та подальшої обробки продукту. Вміст залишкової олії становив  $9,12 \pm 1,08$  % (у перерахунку на суху речовину), що вказує на збереження суттєвої частки ліпідної фракції після механічного видобування олії. Отримані результати підтверджують доцільність розгляду макухи із насіння розторопші як цінної вторинної сировини, перспективної для подальшої глибокої переробки.

На рис. 1 представлено зовнішній вигляд отриманих клітковини, борошна та білкового концентрату.

Домінуючою була фракція зразка № 2 (борошно), частка якої становила  $76,2 \pm 1,8$  %. Це свідчить про переважання частинок середнього розміру в структурі подрібненої макухи, що є технологічно сприятливим для подальшої переробки, зокрема для вилучення біологічно активних речовин або використання у вигляді борошна як інгредієнта харчових продуктів. Фракція зразка № 1 (клітковина) характеризувалася суттєво нижчим виходом –  $14,4 \pm 0,9$  %, що вказує



Рис. 1. Дослідні зразки подрібненої макухи із насіння розторопші плямистої, зліва на право: клітковина, борошно, білковий концентрат

на порівняно невелику кількість грубодисперсних частинок. За аналогією з переробкою інших олійних культур цю фракцію доцільно розглядати як джерело харчових волокон. Найменший вихід зафіксовано для зразка № 3 (білковий концентрат), який становив  $9,4 \pm 1,0$  %, що свідчить про обмежений вміст дрібнодисперсної фракції, потенційно придатної для позиціонування як білковий концентрат.

Визначено кольорові характеристики дослідних зразків клітковини, борошна та білкового концентрату. Аналіз показника  $L$  свідчить про відмінності у світлоті дослідних зразків. Найнижче значення світлоти зафіксовано у клітковині ( $L = 47,3$ ), що відповідає більш темному забарвленню. Водночас борошно ( $L = 59,9$ ) та білковий концентрат ( $L = 56,4$ ) характеризувалися вищими значеннями  $L$ , що зумовлює світліший колір. Виявлені відмінності можуть бути пов'язані з вмістом оболонкових фракцій у зразку № 1. Параметр  $a$ , який відображає інтенсивність червоного відтінку, у клітковині мав значення 9,4, що вказує на більш виражений червонуватий тон. Для борошна ( $a = 6,3$ ) і білкового концентрату ( $a = 4,8$ ) характерні нижчі значення цього показника, що свідчить про зворотню тенденцію щодо червоних відтінків у кольорі. Показник  $b$ , який характеризує жовтий компонент, у дослідних зразках знаходився у діапазоні значень від 17,0 до 17,9, що вказує на відносну стабільність жовтого відтінку незалежно від крупності фракції.

На рис. 2 наведено результати визначення фізико-хімічних показників якості клітковини, борошна і білкового концентрату з насіння розторопші плямистої. Наведені результати свідчать про чітко виражений вплив розміру частинок на хімічний склад подрібненої макухи з насіння

розторопші плямистої, що переконливо підтверджує доцільність її розділення на фракції з метою подальшого диференційованого використання у різних технологічних напрямках. Масова частка вологи зростала зі зменшенням розміру частинок. Така динаміка пояснюється збільшенням питомої поверхні дрібнодисперсних фракцій, що зумовлює їх вищу здатність до адсорбції вологи з навколишнього середовища. Вміст протеїну істотно зростає у міру зменшення розміру частинок. Це вказує на концентрацію білкових компонентів у дрібній фракції та визначає її перспективність як джерела білка й функціонального інгредієнта для харчових і кормових технологій. Аналогічна закономірність спостерігалася і щодо масової частки олії. Натомість масова частка клітковини змінювалася у протилежному напрямі. Вміст зольних речовин зростає від 3,5 % (зразок №1) до 9,9 % (зразок №3), що свідчить про концентрацію мінеральних компонентів у дрібнодисперсних фракціях. Така особливість підвищує їхню біологічну цінність, водночас потребуючи контролю відповідності показників нормативним вимогам безпечності.

На рис. 3 наведено отримані результати розрахунку поживної та енергетичної цінності дослідних зразків. Фракція зразка №1 відзначалася мінімальним вмістом білків (9,7 г/100 г) і ліпідів (5,5 г/100 г) за одночасно найвищою часткою вуглеводів (37,2 г/100 г). Унаслідок цього її енергетична цінність була найнижчою серед досліджуваних фракцій (229,0 ккал/100 г). Зазначені особливості визначають доцільність використання даної фракції як низькокалорійного компоненту. Фракція зразка №2 характеризувалася більш гармонійним поживним складом: вміст білків збільшувався майже у два рази порівняно зі зраз-

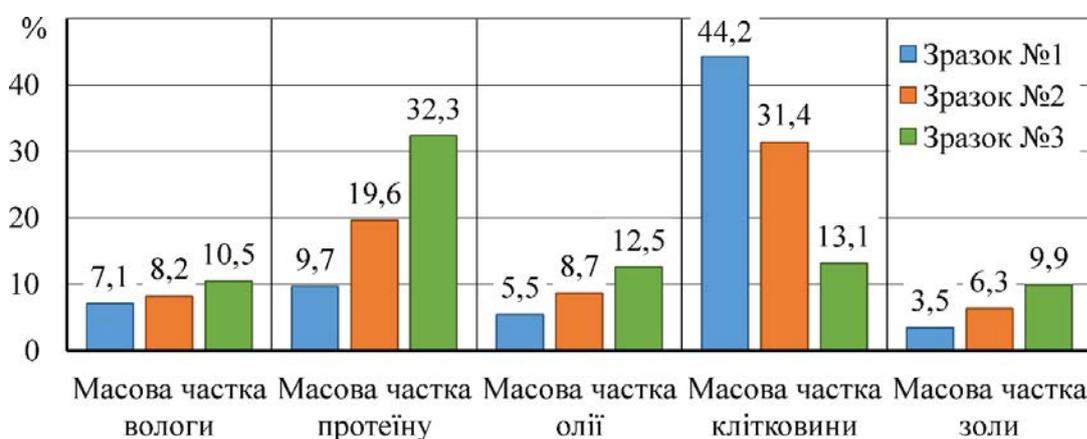


Рис. 2. Вміст вологи, протеїну, олії, клітковини та золи у дослідних зразках

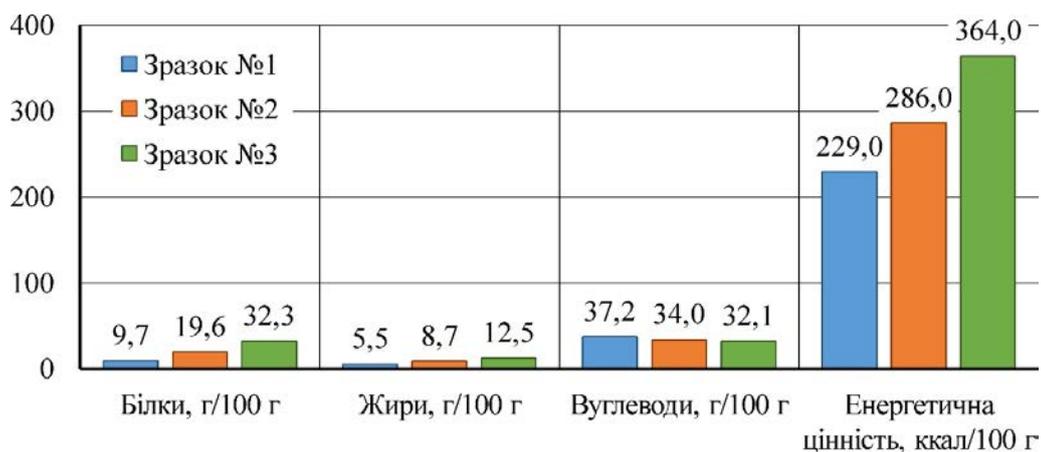


Рис. 3. Поживна та енергетична цінність дослідних зразків

ком № 1 і становив 19,6 г/100 г, масова частка жирів зростала до 8,7 г/100 г, а кількість вуглеводів, навпаки, зменшувалася до 34,0 г/100 г. Такі зміни зумовили зростання енергетичної цінності до 286,0 ккал/100 г, що дозволяє розглядати цю фракцію як перспективний інгредієнт для продуктів із підвищеною поживною та біологічною цінністю. Найбільш поживно насиченою виявилася фракція зразка №3, для якої характерний максимальний вміст білків (32,3 г/100 г), жирів (12,5 г/100 г) за найнижчої частки вуглеводів (32,1 г/100 г). Таке поєднання компонентів зумовило енергетичну цінність на рівні 364 ккал/100 г, що була найвищою серед досліджуваних зразків. Отримані дані дають підстави розглядати цю фракцію як цінну білково-ліпідну сировину для виробництва білкових концентратів, дієтичних добавок або високоенергетичних кормів.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Загалом отримані результати підтверджують результативність обраних параметрів подрібнення та свідчать про можливість цілеспрямованого фракціонування макухи з насіння розторопші плямистої залежно від напрямів її подальшого використання. Встановлено, що колірні показники дослідних фракцій суттєво відрізняються за світлотою та інтенсивністю червоного компонента, що має важливе значення при їх залученні до харчових і кормових технологій, зокрема з огляду на споживче сприйняття та вимоги до зовнішнього вигляду готової продукції.

Фракціонування подрібненої макухи насіння розторопші плямистої забезпечило одержання фракцій з різним біохімічним складом і призначенням: крупної – як джерела харчових волокон, середньої – як універсальної багатокомпонент-

ної сировини, дрібної – як концентрату білків, мінеральних речовин та олії. Такий підхід створює передумови для маловідходної, раціональної переробки макухи та розширення напрямів її використання у харчовій та переробній промисловості.

Подальші наукові дослідження доцільно зосередити на поглибленому аналізі вмісту вітамінів, макро- та мікроелементів, а також амінокислотного складу отриманих фракцій макухи з насіння розторопші плямистої з метою обґрунтування їх біологічної цінності та функціонального потенціалу.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Куценко Н.І., Дем'янюк О.С., Харук І.Д., Гречкосій А.О. Оцінка показників якості та урожайності насіння поширених в Україні сортів розторопші плямистої. *Збалансоване природокористування*. 2021. №4. С. 100–106. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2021.253093.
2. Bhattacharya S. Milk Thistle Seeds in Health. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention (Second Edition)*. 2020. P. 429–438. DOI: 10.1016/B978-0-12-818553-7.00030-9.
3. Zhang Zh.-Sh., Wang Sh., Liu H., Li B.-Zh., Che L. Constituents and thermal properties of milk thistle seed oils extracted with three methods. *LWT*. 2020. Vol. 126. 109282. DOI:10.1016/j.lwt.2020.109282.
4. Ozgolet M., Cakmak Z.H.T., Bozkurt F., Sagdic O., Karasu, S. Optimization of extraction parameters of protein isolate from milk thistle seed: Physicochemical and functional characteristics. *Food Science & Nutrition*. 2024. 12. P. 3346–3359. DOI: 10.1002/fsn3.4001.
5. Kotecka-Majchrzak K., Sumara A., Fornal E., Montowska M. Oilseed proteins – properties and application as a food ingredient. *Trends in Food Science and Technology*. 2020. 106. P. 160–170. DOI:10.1016/j.tifs.2020.10.004.

6. Usman I., Saif H., Imran A., Afzaal M., Saeed F., Azam I., Afzal A., Ateeq H., Islam F., Shah Y. A., Shah M. A. Innovative applications and therapeutic potential of oilseeds and their by-products: An eco-friendly and sustainable approach. *Food Science and Nutrition*. 2023. 11 (6). P. 2599–2609. DOI: 10.1002/fsn3.3322.

7. Stastnik O., Pavlata L., Mrkvicova E. The Milk Thistle Seed Cakes and Hempseed Cakes are Potential Feed for Poultry. *Animals*. 2020. 10 (8). 1384. DOI: 10.3390/ani10081384.

8. Bárta J., Bártová V., Jarošová M., Švajner J., Smetana P., Kadlec J., Filip V., Kyselka J., Berčíková M., Zdráhal Z., Bjelková M., Kozak M. Oilseed cake flour composition, functional properties and antioxidant potential as effects of sieving and species differences. *Food*. 2021. 10 (11). 2766. DOI: 10.3390/foods10112766.

9. Михонік Л.А., Грищенко А.М. Використання шроту з насіння розторопші в технології хліба з пшеничного цільнозернового борошна. *Зберігання і переробка зерна*. 2017. №3 (211). С. 40–43.

10. Новгородська Н., Соломон А., Берник І. Оцінка якості фаршевих систем з використанням рослинної сировини. *Продовольчі ресурси*. 2021. №9 (17). С. 119–128. DOI: 10.31073/foodresources2021-17-12.

#### REFERENCES:

1. Kutsenko N. I. (2021) Otsinka pokaznykiv yakosti ta urozhainosti nasinnia poshyrenykh v Ukraini sortiv roztoropshi pliamystoi. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, №4, S. 100–106. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2021.253093.

2. Bhattacharya S. (2020) Milk Thistle Seeds in Health. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention (Second Edition)*, P. 429–438. DOI: 10.1016/B978-0-12-818553-7.00030-9.

3. Zhang Zh.-Sh., Wang Sh., Liu H., Li B.-Zh., Che L. (2020) Constituents and thermal properties of milk thistle seed oils extracted with three methods. *LWT*, Vol. 126, 109282. DOI:10.1016/j.lwt.2020.109282.

4. Ozgolet M., Cakmak Z. H. T., Bozkurt F., Sagdic O., Karasu, S. (2024) Optimization of extraction

parameters of protein isolate from milk thistle seed: Physicochemical and functional characteristics. *Food Science & Nutrition*, 12, P. 3346–3359. DOI: 10.1002/fsn3.4001.

5. Kotecka-Majchrzak K., Sumara A., Fornal E., Montowska M. (2020) Oilseed proteins – properties and application as a food ingredient. *Trends in Food Science and Technology*, 106, P. 160–170. DOI:10.1016/j.tifs.2020.10.004.

6. Usman I., Saif H., Imran A., Afzaal M., Saeed F., Azam I., Afzal A., Ateeq H., Islam F., Shah Y. A., Shah M. A. (2023) Innovative applications and therapeutic potential of oilseeds and their by-products: An eco-friendly and sustainable approach. *Food Science and Nutrition*, 11 (6), P. 2599–2609. DOI: 10.1002/fsn3.3322.

7. Stastnik O., Pavlata L., Mrkvicova E. (2020) The Milk Thistle Seed Cakes and Hempseed Cakes are Potential Feed for Poultry. *Animals*, 10 (8), 1384. DOI: 10.3390/ani10081384.

8. Bárta J., Bártová V., Jarošová M., Švajner J., Smetana P., Kadlec J., Filip V., Kyselka J., Berčíková M., Zdráhal Z., Bjelková M., Kozak M. (2021) Oilseed cake flour composition, functional properties and antioxidant potential as effects of sieving and species differences. *Food*, 10 (11), 2766. DOI: 10.3390/foods10112766.

9. Mykhonik L. A., Hryshchenko A. M. (2017) Vykorystannia shrotu z nasinnia roztoropshi v tekhnolohii khliba z pshenychnoho tsilnozernovoho boroshna. *Zberihannia i pererobka zerna*, №3 (211), S. 40–43.

10. Novhorodska N., Solomon A., Bernyk I. (2021) Otsinka yakosti farshevykh system z vykorystanniam roslynnoi syrovyny. *Prodovolchi resursy*, №9 (17), S. 119–128. DOI: 10.31073/foodresources2021-17-12.

*Дата першого надходження статті до видання: 14.11.2025*

*Дата прийняття статті до друку після рецензування: 10.12.2025*

*Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.12.2025*