

VALORIFICAREA MATERIILOR PRIME VEGETALE SECUNDARE LA OBȚINEREA COMPUȘILOR FUNCȚIONALI

Savelina COVIC^{1*}, Dorina CADUC¹, Dragomir BUTUȘANU¹, Tatiana CUȘMENCO²

¹Departamentul Tehnologia Produselor Alimentare, TPA-221, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

²Departamentul Tehnologia Produselor Alimentare, doctorandă, Facultatea Tehnologia Alimentelor,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Savelina Covic, savelina.covic@tpa.utm.md

Îndrumătorul științific: **Natalia NETREBA**, dr., conf. univ., Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat. În prezent, este relevant conceptul de producție cu zero deșeuri, bazat pe principiul prelucrării profunde a materiilor prime (inclusiv a materiilor prime vegetale regenerabile). Aproximativ 70 % din materiile prime secundare sunt furnizate agriculturii în formă brută, însă mai mult de 10 % nu sunt utilizate. O direcție promițătoare pentru organizarea utilizării deșeurilor este valorificarea lor, care oferă posibilitatea de a obține substanțe nutritive din ele în fabricarea produselor alimentare. Diferite tipuri de deșeuri regenerabile în mod constant și relativ ieftine din industria alimentară (industria uleiurilor și grăsimilor) obținute în timpul prelucrării culturilor și semințelor oleaginoase - coji de semințe, făină, turte etc. pot fi utilizate ca materii prime pentru producția de proteine vegetale. Lucrarea de față a evaluat conținutul de proteină în semințele de dovleac (32...56%), în semințele de in (25...45%), în nuci (până la 50%), în semințele de floarea-soarelui (19...44%) și în semințele de struguri (10...12%). Este prezentată analiza metodelor eficiente de extracție a proteinelor din șroturi pentru utilizarea ulterioară în diverse produse alimentare. S-a stabilit că cea mai avansată metodă de extracție este metoda cu ultrasunet, pe lângă extracția cu microunde, cu apă subcritică și câmp electric pulsat.

Cuvinte cheie: semințe oleaginoase, proteină, șrot, tescovină, ultrasunet, metode de extracție, produse alimentare nutritive

Introducere

În contextul actual al conceptului de producție cu zero deșeuri, care se bazează pe prelucrarea profundă a materiilor prime, inclusiv a celor vegetale regenerabile, se observă o creștere a interesului în valorificarea deșeurilor din industria alimentară pentru obținerea substanțelor nutritive utilizabile în fabricarea produselor alimentare. Această abordare oferă oportunitatea de a maximiza utilizarea resurselor disponibile și de a reduce impactul asupra mediului înconjurător. În acest sens, diferite tipuri de deșeuri regenerabile, cum ar fi cojile de semințe, făina, turtele etc., provenite în timpul prelucrării culturilor și semințelor oleaginoase, devin subiect de interes pentru valorificarea lor în producția de proteine vegetale [1, 2].

Șroturile obținute din semințe oleaginoase sunt adesea folosite pentru hrană, îngrășământ sau compost datorită conținutului lor bogat în proteine, carbohidrați, minerale și azot (Tab. 1).

Tabelul 1

Compoziții chimică a șroturilor [1-4]

Substanțe	Din semințe de dovleac	Din semințe de in	Din nuci	Din semințe de floarea-soarelui	Din semințe de struguri
Proteine, %	32-56	25-45	<50	19-44	10-20
Glucide, g	21.2	9	8	13	1
Lipide, g	2.6	10	18	18	5.2
Fibră brută, %	<38	7.02	20.57	12.64-31.88	
Vitamine, săruri minerale	Zn, K, Ca, Mg, Fe	A, niacin	-	Ca, P, Fe, Vit. E, B	Antioxidanți

Metode de obținere a șroturilor din seminte oleaginoase

Extragerea uleiului din semințe sau fructe se realizează prin două metode: prin presare sau cu solvenți chimici. Produsul obținut prin presare se numește șrot, iar prin extracție cu solvent obținem miscelă și șrot. Producția de turte de ulei se realizează prin unul dintre cele două procese mecanice (presele cu șnec și extrudele). Cea mai frecventă metoda de obținere a șroturilor și uleiurilor comestibile este metoda de presare [5]. Avantajul acestei metode constă în conservarea nutrienților și a gustului cu o calitate superioară a uleiurilor și a produselor secundare, dar cantitativ mai redus [6]. În Fig. 1 este prezentat procesul tehnologic standard de extragere a uleiurilor și obținere a șroturilor [7, 8].

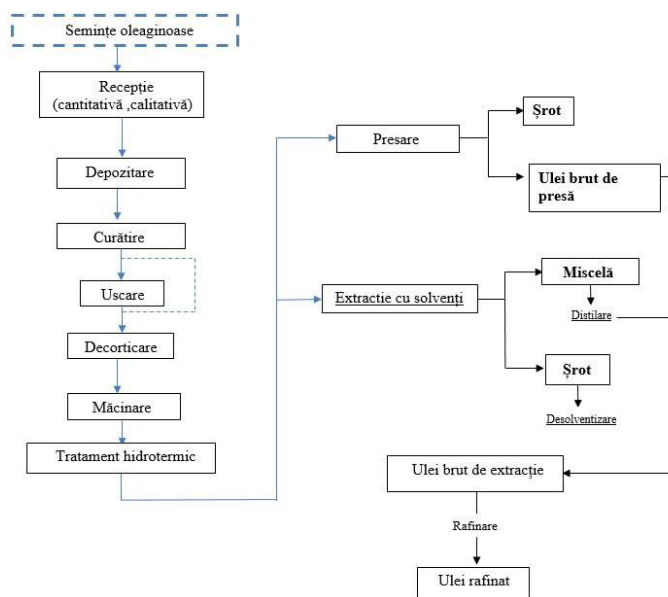


Figura 1. Procesul tehnologic de obținere a șroturilor și uleiului vegetal din seminte oleaginoase

Șroturile din semințe din dovleac. Șrotul de semințe de dovleac este un produs rezidual obținut din producția de ulei de dovleac, care conține o varietate de substanțe nutritive esențiale, cum ar fi vitamine, fibre, macro și microelemente. Acesta are o culoare crem sau fistic, în funcție de soiul de dovleac utilizat. Conținutul său de proteine variază între 32% și 55%, inclusiv toți aminoacizii esențiali, și poate ajunge până la 40% proteină brută. De asemenea, conține până la 38% fibre și cantități semnificative de vitamine. Datorită conținutului ridicat de proteine, disponibilității și costului scăzut, șrotul presat la rece din semințe de dovleac este o materie primă alternativă valoroasă pentru obținerea de izolate proteice, hidrolizate de proteine și compuși bioactivi (în principal oligopeptide) care posedă o gamă largă de funcții dietetice și terapeutice. Principalele proteine din semințele de dovleac sunt globulinele însoțite de gluteline și cantități mai mici de albumine și prolamine [9].

Șroturile din semințe de in. Inul reprezintă o specie anuală din familia *Linaceae*, înălțimea acesteia ajunge până la 1 m, care este cultivată pentru producerea de fibre textile și ulei de semințe de in. În ultimii ani, semințele de in au devenit cunoscute ca aliment funcțional datorită compoziției sale nutriționale care are efecte pozitive asupra prevenirii bolilor, oferind componente benefice pentru sănătate precum acidul alfa-linolenic, lignani și polizaharide [10]. Șroturile din semințe de in au un potențial utilizabil imens în lipide, proteine, fibre solubile și lignani [2, 11].

Șroturile din nuci au o importanță semnificativă în industria alimentară datorită conținutului lor nutritiv bogat (protein, fibre, grăsimi alimentare, vitamine) și versatilității în utilizare (aditiv și supliment alimentar, hrana animalelor). Ele reprezintă o resursă valoroasă care poate fi valorificată în diverse moduri pentru a îmbunătăți calitatea produselor alimentare și a asigura aportul optim de nutrienți pentru consumatori [12]. În plus, reziduurile de nucă au 18

aminoacizi, acidul glutamic (21,30%~21,70%), arginina (13,60%~15,20%) și acidul aspartic (10,20%~10,50%) care sunt principalii aminoacizi [13].

Șroturi din semințe de struguri. Strugurii sunt folosiți în principal pentru producerea vinului, care reprezintă una dintre principalele industrii din țară. Procesarea strugurilor în Republica Moldova nu se rezumă doar la producerea de vin, ci poate fi extinsă pentru a obține ingrediente valoroase și sustenabile din deșeurile rezultate în procesul de vinificație. Valorificarea acestor deșeuri poate aduce beneficii multiple, inclusiv reducerea impactului asupra mediului, valorificarea optimă a resurselor disponibile și diversificarea industriei vitivinicole [14]. Șroturile din semințe de struguri au un conținut de proteine în jur de 10...20% și au un conținut semnificativ de antioxidanți.

Șroturi din semințe de floarea-soarelui. În procesul de extracție a uleiului de floarea-soarelui, apare o modificare în solubilitatea substanțelor proteice din cauza denaturării acestora. Tratamentul cu umiditate și căldură duce nu doar la o scădere a solubilității, ci și la o anumită deteriorare a aminoacizilor. Astfel, proteinele extrase din șroturile obținute în acest proces prezintă o funcționalitate și o calitate organoleptică mai scăzută în comparație cu proteinele extrase din șrotul degresat. Șroturile sunt principalele produse secundare obținute după extragerea uleiului din semințe [15]. Șroturile de floarea-soarelui sunt mai bogate în fibre (12,64%) și proteine (21,60%), cu un profil de aminoacizi echilibrat. Șrotul de floarea-soarelui are conținut considerabil de substanțe anorganice, minerale, cum ar fi: magnesium (4,76 g/kg), selenium (1,99 g/kg), cesium (1,02 g/kg), calcium (1163,32 mg/kg), thallium (587,97 mg/kg), zinc (94.78 mg/kg) [16].

Metodele de extracție a proteinelor din șroturi

Metoda de extracție cu ultrasunete este utilizată pentru a sparge structura celulară a șroturilor și a elibera proteinele în soluție. Ultrasunetele pot îmbunătăți eficiența procesului de extracție și pot reduce timpul necesar. Această metodă implică utilizarea undelor sonore de înaltă frecvență (>20 kHz) pentru a descompune structura celulară a materialului vegetal și a elibera proteinele. Temperatura și presiunea pot atinge valori ridicate, facilitând eliberarea proteinelor [17].

Extracția asistată de ultrasunete a fost inițial studiată în anii 1950 pentru obținerea proteinelor din surse naturale, iar aplicarea sa în domeniul alimentar este relativ recentă. Extracția asistată de ultrasunete se bazează pe propagarea oscilațiilor de presiune într-un mediu lichid, generând microbule care duc la ruperea peretelui celular și la transferul substanțelor în mediu. Performanța metodei cu ultrasunete depinde de diferiți factori, solventul de extracție, timpul și temperatura de expunere, frecvența ultrasunetelor, puterea și tipul de echipament utilizat. Metoda de extracție cu ultrasunet are mai multe avantaje, inclusiv randament îmbunătățit, timp de procesare mai mic și este eficientă din punct de vedere energetic, ușor de instalat, cu un impact minim asupra mediului. În plus, necesită o investiție redusă și timpi de extracție mai scurți, reducând astfel durata procesului și costurile asociate. Astfel, fiind o tehnologie rapidă, rentabilă și ecologică, această metodă a fost utilizată pentru a extrage și modifica proteinele vegetale, îmbunătățind eficiența procesului de extracție. Recent, dovezile existente pentru extracția asistată de ultrasunete a proteinelor vegetale au fost rezumate de Rahman et al. [18, 19]. Extracția asistată cu ultrasunete a proteinei din făina de floarea soarelui a fost efectuată și testată pentru efectul acesteia asupra proprietăților fizico-chimice și funcționale ale proteinei. S-a constatat că în condiții optime de extracție de densitate de putere (220 W/l), temperatură (45°C), timp de extracție (15 min), s-a obținut un randament proteic de 54,26%. S-a constatat că metoda cu ultrasunet ajută la extragerea conținutului de proteine și la furnizarea de proprietăți funcționale, în continuare, produsul ar putea fi utilizat pentru sosurile de salate, pentru produsele din carne și lapte [17,18,20].

Metoda de extragere cu microunde este o tehnică eficientă care implică expunerea mostrelor la unde electromagnetice cu frecvență înaltă, care generează căldură și permit eliberarea proteinelor din matricea biologică în intervalul de la 300 MHz la 300 GHz [19]. Comparativ cu tehnologiile tradiționale, extragerea cu microunde aduce cu sine unele beneficii notabile. Printre acestea se numără reproductibilitatea crescută într-un interval mai scurt de timp și un consum mai

reduc de solvenți și energie. Aceste aspecte fac ca această metodă să fie potrivită pentru extragerea diverselor tipuri de compuși, inclusiv proteine, carbohidrați și polifenoli antioxidanți [20].

Utilizarea apei subcritice s-a dovedit în ultimii ani a fost o metodă ecologică, și rapidă pentru a obține compuși solubili în apă. Această metodă poate fi utilizată pentru extragerea compușilor bioactivi sau ca un înlocuitor al altor metode care utilizează substanțe acide, alcaline și medii enzimatice pentru hidroliza macromoleculor (proteine în peptide și aminoacizi și polizaharide în zaharuri fermentabile). Pentru a obține starea subcritică, apa este încălzită la temperaturi cuprinse între cele de punctul de fierbere (100°C) și temperatura sa critică (374°C). Metoda de extracție cu apă subcritică este o tehnologie eficientă, ieftină, rapidă și ecologică.

Tehnologia câmpului electric pulsat poate perturba membranele celulare și pereții celulari ceea ce duce la deschiderea porilor și eliberarea proteinelor din celule [21]. Metoda de extracție cu câmp electric pulsat constă într-o serie de impulsuri electrice de înaltă tensiune de scurtă durată care creează o intensitate a câmpului electric de la 1 la 80 kV/cm în interiorul camerei de tratament. Avantajele acestei metode constă într-un consum redus de energie, eficiență sporită și conservarea structurii și activității proteinelor dar cu costuri inițial ridicate [22].

Concluzii

Valorificarea șroturilor în obținerea compușilor funcționali este un aspect important al gestionării durabile a resurselor și al dezvoltării de produse alimentare inovatoare și sănătoase. Acest proces poate implica diverse tehnologii și metode, în funcție de natura șroturilor și de compușii funcționali doritori de a fi obținuți. Au fost identificate direcțiile de valorificare a șroturilor în obținerea ingredientelor funcționali: extracte din plante și fructe, fibre dietetice, proteine vegetale, uleiuri esențiale, antioxidanți și conservanți naturali. Prin valorificarea șroturilor în obținerea compușilor funcționali, industria alimentară poate reduce pierderile de resurse, poate dezvolta produse alimentare mai sănătoase și mai sustenabile și poate satisface cerințele consumatorilor din ce în ce mai preocupați de originea și calitatea alimentelor pe care le consumă.

Referințe

- [1] R. Singh, S. Langyan, *Protein for Human Consumption From Oilseed Cakes: A Review*. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2022.
- [2] C. Gutiérrez, M. Rubilar, C. Jara, M. Verdugo, J. Sineiro, and C. Shene, *Flaxseed and flaxseed cake as a source of compounds for food industry*. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2010. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162010000200006>.
- [3] A. Petraru, F. Ursachi, S. Amariei, *Nutritional Characteristics Assessment of Sunflower Seeds, Oil and Cake. Perspective of Using*. *Plants*, 2021.
- [4] A. A. Salama, *Evaluation of grape (Vitis vinifera L.) seeds as a new source of edible protein and oil for human nutrition*, *Journal of Food and Dairy Sciences*, 2007.
- [5] P. García-Rebollar, L. Cámara, R.P. Lázaro, C. Dapoza, *Influence of the origin of the beans on the chemical composition and nutritive value of commercial soybean meals*. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 221, pp 245-261, 2016.
- [6] I.A.M. Ahmed, F.Y. Al-Juhaimi, *Effects of cold-press and soxhlet extraction systems on antioxidant activity, total phenol contents, fatty acids, and tocopherol contents of walnut kernel oils*. *Journal of Oleo Science*, vol. 68, pp 167-173, 2019.
- [7] C. Cravotto, O. Claux, M. Bartier, *Leading Edge Technologies and Perspectives in Industrial Oilseed Extraction*. *Molecules*, 2023.
- [8] R. Savoie, J-L. Lanoisellé, E. Vorobiev, *Mechanical Continuous Oil Expression from Oilseeds: A Review*. *Food and Bioprocess Technology*, vol. 6, pp 1-16, 2013.
- [9] S. Dyankova, M. Doneva, M. Terziyska P. Metodieva, *Optimization of the Process for Obtaining Antioxidant Protein Hydrolysates from Pumpkin Seed Oil Cake Using Response Surface Methodology*, *Applied Science*, 2024. <https://doi.org/10.3390/app14051967>

- [10] B. Bozan, F. Temelli, *Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils*, Bioresource Technology, 2008.
- [11] K. Mueller, P. Eisner, E. Kirchhoff, *Simplified fractionation process for linseed meal by alkaline extraction - functional properties of protein and fibre fractions*, Journal of Food Engineering, vol. 99, pp 49-54, 2010.
- [12] H. Li, M. Guo, J. Chi, J. Ma, *Bioactive Peptides from Walnut Residue Protein*, Molecules, 2020.
- [13] K. Ghafoor, F.A Juhaimi, *Influence of Roasting on Oil Content, Bioactive Components of Different Walnut Kernel*, Journal of Oleo Science, vol. 69, pp 423-429, 2020.
- [14] M. A. Gitea, S. G. Bungau, D. Gitea, *Evaluation of the Phytochemistry–Therapeutic Activity Relationship for Grape Seeds Oil*, Life, 2023.
- [15] P. Ancuța, A.Sonia, *Oil Press-Cakes and Meals Valorization through Circular Economy Approaches: A Review*, Applied Science, 2020.
- [16] A. Petraru, F. Ursachi, S. Amariei, *Nutritional Characteristics Assessment of Sunflower Seeds, Oil and Cake. Perspective of Using Sunflower Oilcakes as a Functional Ingredient*, Plants, 2021. <https://doi.org/10.3390/plants10112487>
- [17] K. Kumar, S. Srivastav, V. S. Sharnagat, *Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review*, Ultrasonics Sonochemistry, 2021.
- [18] A. Carreira-Casais, P. Otero, *Benefits and Drawbacks of Ultrasound-Assisted Extraction for the Recovery of Bioactive Compounds from Marine Algae*, Journals IJERPH, 2021.
- [19] T. T. Dang, Q. Vuong, M. Bowyer, *Optimization of ultrasound-assisted extraction and antioxidant activity*, J. Appl. Phycol, 2017.
- [20] Chemat, F. Huma, Z. Khan, M.K. *Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction*, Ultrason. Sonochem. , vol. 18, pp 813–835, 2011.
- [21] Liu, J.-J. Gasmalla, M.A.A. Li, P. Yang, *Enzyme-assisted extraction processing from oilseeds: Principle, processing and application*, Innov. Food Sci. Emerg. Technol., vol. 35, pp 184–193, 2016.
- [22] L. Zhang, L-J. Wang, W. Jiang, *Effect of pulsed electric field on functional and structural properties of canola protein by pretreating seeds to elevate oil yield*, LWT, vol.84, pp 73-81, 2017.