CZU: 633.854.78:581.19 **https://doi.org/10.59295/sum1(181)2025_20**

EXPLORAREA POTENȚIALULUI FLORII-SOARELUI CA SURSĂ DE SUBSTANȚE BIOACTIVE ÎN CONTEXTUL BIOECONOMIEI CIRCULARE

Maria DUCA, Steliana CLAPCO, Ana MUTU, Angela PORT,
Universitatea de Stat din Moldova

Oana CRĂCIUNESCU, Elena Iulia OPRIȚA, Elena MIHAI,
Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Științe Biologice, București

Floarea-soarelui este o cultură importantă pentru sectorul agronomic și economia globală. În ultimele decenii, utilizarea și cultivarea florii-soarelui a cunoscut o extindere semnificativă la nivel global, inclusiv în Republica Moldova. Din punct de vedere fitochimic, floarea-soarelui conține o diversitate de compuși bioactivi, inclusiv acizi fenolici, flavonoide, terpene, taninuri, alcaloizi etc. cu efecte nutriționale și terapeutice. Studii recente subliniază potențialul acestei plante de a deveni o sursă importantă de substanțe naturale cu proprietăți antioxidante și antimicrobiene utile, atât în industria alimentară, cât și în cea farmaceutică.

Intensificarea cercetărilor asupra compușilor bioactivi din diferite părți ale plantei de floarea-soarelui și promovarea practicilor durabile de cultivare pot deschide noi perspective economice și sociale, contribuind la sănătatea umană și la conservarea mediului.

Articolul își propune să ofere o perspectivă detaliată asupra oportunităților oferite de substanțele biologic active din floarea-soarelui, în special în contextul aplicării lor în noi formule de suplimente alimentare, nutraceutice și farmaceutice.

***Cuvinte-cheie**: floarea-soarelui, Helianthus annuus L., organe florale, compoziție chimică, valoare nutrițională, substanțe bioactive, utilizări medicinale.*

EXPLORING THE POTENTIAL OF SUNFLOWER AS A SOURCE OF BIOACTIVE SUBSTANCES IN THE CONTEXT OF THE CIRCULAR BIOECONOMY

Sunflower is an important crop for the global agriculture and economy. In the last decades, the use and cultivation of sunflower has experienced a significant expansion globally, including in the Republic of Moldova.

Phytochemically, sunflower contains a diversity of bioactive compounds, including phenolic acids, flavonoids, terpenes, tannins, alkaloids, etc. with nutritional and therapeutic effects. Recent studies emphasize the potential of this plant to become an important source of natural substances with antioxidant and antimicrobial properties, useful in both the food and pharmaceutical industries.

Expanding research on bioactive compounds from different parts of the sunflower plant and promoting sustainable agriculture practices can open new economic and social perspectives, contributing to human health and environmental conservation.

This review aims to provide a detailed insight into the opportunities offered by the biologically active substances from sunflower, especially in the context of their application in new formulas of dietary supplements, nutraceuticals and pharmaceuticals.

***Keywords:** sunflower, Helianthus annuus L., floral organs, chemical composition, nutritional value, bioactive substances, medicinal uses.*

Introducere

Încă din cele mai vechi timpuri și până în prezent, între 75-90% din populația lumii utilizează diverse extracte din plante în calitate de remedii medicinale, fapt care a condus la creșterea interesului pentru identificarea compușilor biologic activi cu potențial curativ [1].

Floarea-soarelui (*Helianthus annuus* L.), originară din America de Nord, este o cultură de importanță economică, apreciată pentru semințele bogate în ulei de înaltă calitate, contribuind la dezvoltarea unei game largi de produse alimentare (ulei, germeni, semințe prăjite, etc.) [2]. În plus, această plantă reprezintă și o sursă valoroasă de compuși fenolici, flavonoide, alcaloizi, vitamine esențiale și minerale [3-5], având un rol fundamental în dezvoltarea unor noi lanțuri economice pentru obținerea de produse non-alimentare (biocombustibil), precum și produse antioxidante și anti-inflamatoare, cu valoare adăugată, pentru industria cosmetică și farmaceutică.

Semințele sunt bogate în lipide, proteine, carbohidrați, compuși fenolici, carotenoizi, vitamine și minerale (Tabelul 1), care asigură succesul germinării [6, 7]. Prin valorificarea economică a semințelor rezultă producția de ulei comestibil, precum și alte produse pe bază de ulei, cum sunt suplimentele alimentare, lecitina, săpunul și ceara [5, 8].

Uleiul obținut din semințele de floarea-soarelui este compus majoritar din trigliceride, și poate contribui la reducerea nivelului de colesterol și prevenirea depunerilor de grăsimi pe artere. Un studiu *in vivo* a relevat efectul protector al uleiului de floarea-soarelui, la doze de 20 mg/kg, în cazul infarctului miocardic indus cu epinefrină la iepuri neozeelandezi [9]. Uleiul are în compoziție doi acizi grași poli- și mono-nesaturați, respectiv acidul linoleic (omega-6) (59%) și acidul oleic (omega-9) (30%), și doi acizi grași saturați, respectiv acidul stearic (6%) și acidul palmitic (5%) [10].

Proporțiile dintre cele patru tipuri principale de acizi grași pot varia în funcție de genotipul plantei, condițiile de cultivare și de tipul de procesare [11-13]. Uleiul de floarea-soarelui este apreciat pentru gust, culoare, conținutul ridicat de vitamine (A, D și E) [9]. Datorită conținutului de acizi grași, uleiul de semințe de floarea-soarelui a accelerat vindecarea unor incizii realizate pe partea dorsală a șobolanilor Wistar, prezentând activitate anti-inflamatoare și capacitate ridicată de reglare a metabolismului lipidic [14].

Tabelul 1. Compoziția semințelor decorticate de floarea-soarelui [7]

Clasă	Tip	Cantitate (g/100 g substanță uscată)
Lipide		**47-65**
Acizi grași		
Polinesaturați	acid linoleic	51-73
	acid linolenic	<0,3
Mononesaturați	acid oleic	15-37
Saturați	acid palmitic	5-7
	acid stearic	2-6
	acid arahidic	<0,3
Proteine		**20,4-40**
Peptide, aminoacizi, azot neproteic		1-13
Carbohidrați	fibre, amidon	**4-10**
Compuși fenolici	acizi fenolici	**0,67-2,94**
	acid clorogenic	0,50-2,40
	acid quinic	0,12-0,25
	acid cafeic	0,05-0,29
Carotenoizi	luteină, b-caroten	**0,01-0,02**
Vitamine		
Liposolubile	vitamina E (a- și g-tocoferol)	0,07
Hidrosolubile	vitamina B1 (tiamină)	0,002

Minerale		**3-4**
	potasiu	0,67-0,75
	fosfor	0,60-0,94
	sulf	0,26-0,32
	magneziu	0,35-0,41
	calciu	0,08-0,10
	sodiu	0,02

Un șir de studii histologice au arătat că tratamentul cu ulei de floarea-soarelui a fost benefic și în cazul unor leziuni realizate în zona lombară la cai, determinând vindecarea mai rapidă a rănii și o aliniere a fibrelor de colagen în etapa de cicatrizare [15]. Cercetările *in vitro* au indicat că extractul apos obținut din semințe de floarea-soarelui prezintă o activitate antioxidantă ridicată exprimată în capacitatea de neutralizare a radicalilor liberi și de reducere a ionului feric [6], precum și un potențial considerabil de a diminua simptomele astmului [16]. Extractul metanolic din semințe de floarea-soarelui bogat în glicozide, alcaloizi, taninuri, flavonoide și saponine a prezentat activitate antioxidantă, antibacteriană și antifungică față de un spectru larg de culturi, printre care *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* și *Aspergillus fumigatus* [17]. Extractul etanolic are un potențial hipoglicemic evidențiat în tratarea diabetului zaharat de tip 2 indus la șobolani [18]. Extractul uleios în hexan a fost util în tratarea dermatitei de scutec datorită activității antimicrobiene și a conținutului ridicat de zinc [19]. Tinctura de semințe de floarea-soarelui a prezentat un efect antigenotoxic la *șoareci*i tratați cu doxorubicină, spre deosebire de uleiul obținut din semințe [10].

Astfel, cercetările asupra compoziției chimice, valorii nutriționale și efectelor farmacologice s-au concentrat predominant pe semințele de floarea-soarelui. Celelalte părți ale plantei, considerate deșeuri agroalimentare, cum sunt organele florale (petale, receptacul, flori tubulare), tulpina, frunzele, au fost mai puțin studiate prin prisma compoziției, structurii și activității biologice a compușilor bioactivi. De aceea, există un șir de oportunități de explorare suplimentară în contextul valorificării integrale a plantei pentru a maximiza randamentul economic și a îmbunătăți sustenabilitatea. Totodată, analiza mecanismelor de acțiune ale compușilor bioactivi din părțile componente ale florii-soarelui poate aduce beneficii majore atât în contextul unor noi formule de produse cosmetice, farmaceutice sau nutraceutice, cât și al agriculturii ecologice durabile, promovând utilizarea rațională și completă a resurselor agricole disponibile.

Importanța agronomică și ecologică a organizării florale

Organele florale – caliciul (sepale), corola (petale), staminele și gineceul (carpele), în strânsă corelație cu compoziția chimică a florii, îndeplinesc funcții esențiale susținând reproducerea și valorificarea economică. Arhitectura florală și compoziția chimică diversificată a organelor florale reflectă adaptările evolutive ale florii-soarelui pentru a sprijini și a efecientiza procesul de fertilizare și dezvoltare a semințelor, contribuind la atragerea polenizatorilor și protecția împotriva factorilor externi, asigurând astfel viabilitatea speciei [20].

Floarea-soarelui este o plantă cu inflorescență de tip capitul, formată din flori ligulate (sterile, cu funcție decorativă, esențială pentru atragerea insectelor), dispuse în jurul capitulului și flori tubulare (1.000-2.000 flori individuale de disc, hermafrodite). Acestea sunt conectate împreună la un receptacul comun și formează ceea ce pare a fi o floare unică. Prin dispunerea densă a florilor pe receptacul, corola contribuie la o polenizare entomofilă eficientă, esențială pentru formarea semințelor și randamentul agricol. Anteza începe de la periferie și avansează spre centrul capitulului, facilitând o polenizare continuă pe măsură ce florile se deschid (Figura 1). Această organizare în etape cu o structură circulară perfectă sprijină colaborarea cu polenizatorii și asigură o rată ridicată de fertilizare, conducând la producerea unui număr mare de semințe.

Caliciul este format din sepale reduse, sub formă de peri sau solzi, care asigură protecția mugurilor florali împotriva deshidratării și a daunelor datorate factorilor de mediu nefavorabili (secetă, vânt, arșiță) în timpul dezvoltării. Sepalele secretă polizaharide (pectine) [21] cu rol în coeziunea celulelor și polimeri, precum cutina și cerurile epicuticulare, care contribuie la formarea unei bariere hidrofobe, reducând pierderea

apei. După maturizarea fructelor, caliciul participă la dispersarea achenelor (fructele uscate) prin adaptări morfologice, asigurând răspândirea semințelor în mediu și perpetuarea speciei.

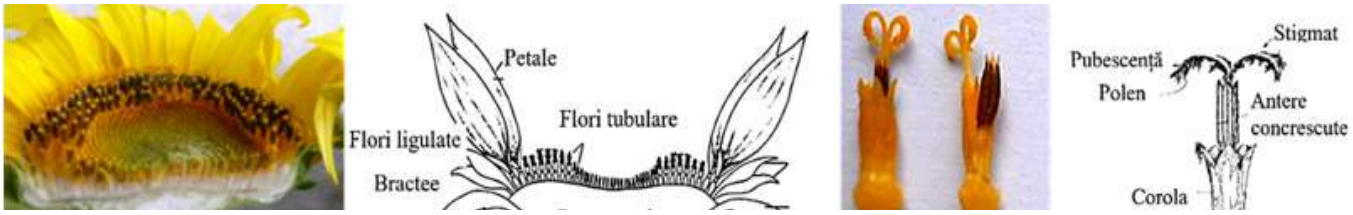


Figura 1. Prezentare generală a structurii florii la plantele de floarea-soarelui

Corola, prin culoarea și forma sa distinctivă, stimulează polenizarea entomofilă, esențială pentru fructificare și propagare. În cazul florii-soarelui, culoarea galben strălucitoare a petalelor este conferită de pigmenții carotenoizi (luteină, zeaxantină și beta-caroten) și joacă un rol important în vizibilitatea florii. Pigmenții antocianici, responsabili pentru nuanțele brun-roșiatice sau purpurii, sunt prezenți în cantități mici și au un rol secundar în atragerea polenizatorilor. Carotenoizii și flavonoidele (quercetină, kaempferol) au o influență majoră în determinarea preferinței polenizatorilor [22]. Diversitatea culorilor și a modelelor cromatice din flori reflectă variația adaptativă din lumea plantelor, având un rol important și în răspunsul la factorii biotici și abiotici, inclusiv în apărarea **împotriva** erbivorelor [23] și adaptarea la diferite temperaturi ale mediului [24, 25].

Androceul este format din 5 stamine cu filamente libere și antere fuzionate într-un tub. Staminele produc polen care conține proteine, enzime, aminoacizi, lipide și carbohidrați, precum și fitosteroli și vitamine (B, C), ca elemente nutritive esențiale pentru fertilizare și dezvoltarea embrionului, dar și pentru a atrage insectele polenizatoare [26]. Lipidele protejează polenul de deshidratare, asigurându-i viabilitatea pe parcursul transferului. Carbohidrații sunt necesari pentru atragerea polenizatorilor, iar proteinele susțin sănătatea coloniilor de albine. Un rol deosebit în atragerea albinelor și stimularea interacțiunii cu acestea îl au și uleiurile esențiale care conferă un miros specific [27]. Producția abundentă de polen asigură atragerea insectelor polenizatoare, în special a albinelor și, astfel, cresc șansele de fertilizare între diferite plante (polenizarea încrucișată), contribuind la diversitatea genetică și la producția optimă de semințe.

Gineceul este format dintr-un stil, un stigmat bifid și un ovul situat în ovarul inferior, fiind responsabil pentru captarea polenului și formarea semințelor. Stigmatul captează polenul adus de insecte prin intermediul polizaharidelor care intră în componența secrețiilor, facilitând procesul de polenizare. Stilul facilitează fuzionarea gameților masculini cu cei feminini, conducând la fecundare. Fitohormonii (auxine și gibereline) reglează dezvoltarea și fertilizarea, influențând creșterea ovulului și a embrionului, stimulează dezvoltarea pistilului și transformarea ovarului în achenă după fertilizare. Lipidele și uleiurile, implicate în formarea și protecția ovulului, asigură un mediu propice pentru fertilizare. Alcaloizii și flavonoidele oferă protecție ovulului împotriva agenților patogeni și a erbivorelor, contribuind la supraviețuirea și dezvoltarea semințelor. După fertilizare, ovarul inferior se transformă în achenă, care conține semințele cu material genetic și substanțele nutritive pentru a asigura procesul de germinare și răsărire a plantelor, contribuind la succesul reproducerii și productivitatea agricolă.

Alte roluri ale compușilor organici prezenți în organele florale sunt efectul antioxidant și protector împotriva stresului abiotic și biotic [22], contribuția la apărarea împotriva agenților patogeni datorată flavonoidelor [28], precum și acțiunea repelentă față de insectele dăunătoare datorată amestecurilor de terpenoide din uleiurile volatile cu miros specific [29-31].

Grație organizării florale a florii-soarelui și funcționării organelor florale această plantă prezintă o sursă valoroasă pentru bioeconomia sustenabilă, precum și pentru dezvoltarea de noi produse cu aplicații în industria alimentară și farmaceutică.

Activitatea biologică a compușilor naturali din floarea-soarelui

După cum s-a menționat, părțile componente ale *Helianthus annuus* L. conțin o varietate de compuși chimici, secretați ca metaboliți secundari, incluzând compuși polifenolici, terpene, carbohidrați, flavonoide, tanine, alcaloizi, saponine, steroizi, uleiuri esențiale și proteine, care joacă un rol crucial în procesele de creștere și dezvoltare

a plantei, precum și în mecanismele ei de protecție și apărare, contribuie la îndeplinirea funcțiilor fiziologice ale plantei, asigură atragerea polenizatorilor și succesul reproductiv al plantei. În același timp, compușii naturali bioactivi, în particular compușii polifenolici, pot fi izolați și caracterizați pentru proprietățile lor antioxidante, anti-inflamatoare și antimicrobiene, prezentând numeroase beneficii pentru sănătatea umană, fiind valoroși atât în alimentație, cât și în dezvoltarea de produse cu aplicații biomedicale și cosmetice [32] (Tabelul 2).

Prin cercetarea și valorificarea substanțelor bioactive din floarea-soarelui, se pot deschide noi oportunități economice, sprijinind tranziția către practici agricole durabile și asigurând totodată conservarea mediului și noi terapii alternative pentru promovarea sănătății.

Tabelul 2. Rolul biomedical și fitofarmaceutic al compușilor polifenolici prezenți în diferite componente florale ale *Helianthus annuus* L.

Clasă	Compus biologic activ	Funcție	Sursă	Referință
Acizi fenolici	Acizi fenolici (extract total)	Activitate hepatoprotectoare a extractelor apoase și etanolice	Petale	[9]
	Acid clorogenic	Compus polifenolic preponderent cu proprietăți antioxidante și anti-inflamatoare	Microplante și frunze	[33]
	Acid 1,3-dicafeoilquinic	Activitate antioxidantă, anti-inflamatoare și antimicrobiană	Petale și flori tubulare	[4, 35]
		Efect imunomodulator în dermatita atopică	Frunze	[36]
Flavonoide	Quercetin	Activitate anticancerigenă prin interacția cu receptorul de estrogen	Microplante, lăstari	[38]
	Quercetin 3-O-glucozida	Compus puternic antioxidant pentru protecția împotriva bolilor cronice și antiviral cu rol în reducerea infecției cu virusul gripei, Zika, Ebola, SARS-CoV-2	Petale și frunze	[34, 39]
		Activitate anti-inflamatoare prin reducerea producției de citokine și antioxidantă prin inhibarea xantin oxidazei la modele de șobolani cu gută indusă	Disc floral (receptacul)	[40, 41]
Antociani		Protejează planta de stresul biotic și abiotic	Petale	[25]
Terpene	Triterpene glicozidice - heliantozida B	Activitate anti-inflamatoare față de edemul urechii indus la șoareci, similară indometacinului și hidrocortizonului	Petale	[42, 43]
	Monoterpene -a-pinen, a-terpineol, verbenona, terpinolen	Activitate antiproliferativă testată pe diferite linii de celule umane tumorale, antimicrobiană față de bacterii patogene și fungi, antioxidantă *in vitro*	Disc floral (Receptacul)	[44]
	69 compuși volatili, dintre care calcone, monoterpene, sesquiterpene	Activitate antioxidanta prin neutralizarea radicalilor liberi de DPPH, ABTS, reducerea ionului feric și inhibarea xantin oxidazei	Disc floral, frunze	[45, 46]
Pigmenți	Carotenoizi -luteină	Activitate antioxidantă similară curcuminei prin inhibarea peroxidării lipidice și a formării de specii reactive de oxigen. Activitate anti-inflamatoare și potențial în tratarea bolilor gastrointestinale	Petale	[47]

Taninuri		Activitate antioxidantă față de radicalii liberi de DPPH și antibacteriană și antifungică	Frunze	[50]

Alte aplicații practice ale părților componente de floarea-soarelui

Florile tinere și pețiolul de floarea-soarelui conțin fibre dietetice și constituie delicatese savuroase în supe și mâncăruri [35, 42]. Există cercetări privind utilizarea petalelor puternic colorate în galben pentru obținerea de pigmenți naturali utili în industria cosmetică [33].

Diferite părți componente ale plantei de floarea-soarelui și unii compuși bioactivi izolați constituie baza unor produse nutraceutice, ceaiuri, furaje și produse fitofarmaceutice și de fitoremediere (Tabelul 3).

Tabelul 3. Aplicații practice ale părților componente de *Helianthus annuus* L.

Produs	Sursă	Efect	Referință
Nutraceutice	Lăstari, microplante	Constituie o sursă de vitamine și minerale, aminoacizi, acizi grași și fibre pentru alimentația sănătoasă	[52]
Ceai, tinctură	Petale	De uz intern: imunomodulator, antitumoral, anti-inflamator, calmant pentru faringită, amigdalită, bronșită De uz extern: cataplasmă pentru herpes, psoriazis	[53]
Ceai, tinctură	Frunze	De uz intern: tratamentul febrei, malariei, bolilor de plămân, diabetului De uz extern: cataplasmă pentru răni, umflături, mușcături de șarpe și păianjen	[42]
Furaje	Frunze	Hrănirea animalelor și păsărilor	[54]
Fitofarmaceutice	Flori	Proteine care inhibă germinarea sporilor fungici de *Sclerotinia sclerotiorum* și mărește rezistența plantei la atacul patogenilor	[55]
	Frunze, tulpină	Lactone sesquiterpenice inhibă creșterea alungirii segmentelor coleoptile	[56]
Fitoremediere	Planta (rădăcină, lăstari, frunze)	Extrage poluanții din sol prin absorbția metalelor grele și neutralizarea radionuclizilor	[57]

Concluzii

Astfel, structura și funcțiile organelor florale ale florii-soarelui reflectă o adaptare remarcabilă pentru eficiența reproductivă și valorificarea economică. Compoziția chimică specifică fiecărui organ floral – de la pigmenți și flavonoide, la proteine și uleiuri – sprijină funcțiile esențiale pentru atragerea polenizatorilor, fertilizare și producția de semințe. Interacțiunea plantei cu polenizatorii, împreună cu randamentul ridicat al semințelor și beneficiile ecologice, transformă floarea-soarelui într-o cultură de importanță agronomică majoră, valoroasă atât pentru industria alimentară, cât și pentru agricultura durabilă. În plus, cercetarea în continuare a substanțelor bioactive din floarea-soarelui pentru proprietățile lor biochimice **și** biologice, deschide noi oportunități pentru extinderea utilizării acestora în domeniul cosmetic, farmaceutic și fitoterapeutic, contribuind astfel la tranziția către o bioeconomie circulară.

Floarea-soarelui reprezintă un nucleu al valorilor medicinale, fiind utilizată atât ca aliment, cât și ca medicament la nivel global. Baza farmacodinamică ce susține utilizarea extractelor de Helianthus annuus în sistemele etnomedicinale a fost stabilită, iar studiile farmacologice au demonstrat că aceste extracte au activități antioxidante, anti-inflamatoare, antitumorale, antipiretice, astringente, diuretice, catartice, antiasmatice, stimulente, vermifuge (antiparazitare), antimicrobiene și efecte hipoglicemiante și în vindecarea rănilor.

Activitatea biologică semnificativă observată la H. annuus se datorează prezenței unei game variate de fitocompuși, inclusiv terpene, carbohidrați, fenoli, flavonoide, taninuri, alcaloizi, saponine, fitosteroli,

proteine active, uleiuri și steroizi. Prin utilizarea extractelor pentru medicamente și cosmetice, fermierii pot beneficia de o piață extinsă, adăugând valoare culturii. Rădăcinile, tulpinile, frunzele și florile pot fi valorificate pentru producția de uleiuri esențiale, extracte medicinale și bioproduse, minimizând deșeurile și maximizând rentabilitatea. Floarea-soarelui poate fi o sursă pentru dezvoltarea suplimentelor alimentare și produselor farmaceutice, având astfel un impact pozitiv asupra industriei agroalimentare și farmaceutice. Integrarea plantei de floarea-soarelui în agrosisteme durabile poate sprijini dezvoltarea unor suplimente naturale, reducând astfel dependența de substanțe chimice sintetice și conservând resursele naturale. Prin utilizarea extractelor medicinale bioactive, fermierii pot accelera adoptarea practicilor ecologice și pot participa la un lanț valoric care susține sănătatea oamenilor și a mediului.

Bibliografie:

1. DAVIS C. C, CHOISY P. *Medicinal plants meet modern biodiversity science.* In: *Current Biology*, 2024, nr. 34, R158-R173. ISSN: 0960-9822.
2. ARSHAD M., AMJAD M. *Medicinal use of Sunflower oil and present status of sunflower in Pakistan.* In: *Science, Technology & Development*, 2012, nr. 31(2), pp. 99-106. ISSN: 0950-0707.
3. KAMAL J. *Quantification of alkaloids, phenols and flavonoids in sunflower* (*Helianthus annuus* L.). In: *African Journal of Biotechnology,* 2011, nr. 10(16), pp. 3149-3151, ISSN: 1684-5315.
4. LIANG Q., CUI J., LI H., et al. *Florets of sunflower (Helianthus annuus* L*.): potential new sources of dietary fiber and phenolic acids.* In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2013, pp. 3435-3442. ISSN: 0021-8561.
5. ZOUMPOULAKIS P., SINANOGLOU V.J., SIAPI E., et al. *Evaluating modern techniques for the extraction and characterization of sunflower (Helianthus annuus* L*.) seeds phenolics.* In: *Antioxidants*, 2017, nr. 6(3), 46. ISSN: 2076-3921.
6. GIADA M.D.L.R., MANCINI-FILHO J. *Antioxidant capacity of the striped sunflower (Helianthus annuus L.) seed extracts evaluated by three in vitro methods.* In: *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2009, nr. 60(5), pp. 395-401. ISSN: 2455-4898.
7. GONZALEZ-PEREZ S., VEREIJKEN J.M. *Sunflower proteins: overview of their physicochemical, structural and functional properties.* In: *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2007, nr. 87, pp. 2173-2191. ISSN: 0022-5142.
8. AMIRUL R. *Literature review: study of antibacterial activity of sunflower (Helianthus annuus* L*.) extract and its phytochemical profiles.* In: *Journal of Nutraceuticals and Herbal Medicine*, 2020, nr. 3(2), pp. 29-37. ISSN: 2615-4609.
9. KALAM M. A., HABEEB A., NOOR A., et al. *Gul-i-Aftabparast (Helianthus annuus* L*.): an under exposed, useful flower of unani medicine having nutraceutical and medicinal properties.* In: *Acta Scientific Pharmaceutical Sciences*, 2021, nr. 5(7), pp. 117-123. ISSN: 2581-5423.
10. BORIOLLO M.F., SOUZA L.S., RESENDE M.R., et al. *Nongenotoxic effects and a reduction of the DXR-induced genotoxic effects of Helianthus annuus* L. *seeds revealed by micronucleus assays in mouse bone marrow.* In: *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2014, nr. 14(1), p. 121. ISSN: 1472-6882.
11. IZQUIERDO N.L., AGUIRREZÁBAL L., ANDRADE F., et al. *Night temperature affects fatty acid composition in sunflower oil depending on the hybrid and the phonological stage.* In: *Field Crop Research,* 2002, nr. 77, pp. 115-126. ISSN: 0378-4290.
12. BAYDAR H., ERBAS S. *Influence of seed development and seed position on oil, fatty acids and total tocopherol contents in sunflower (Helianthus annuus* L*.).* In: *Turkish Journal of Agriculture and Forestry,* 2005, nr. 29, pp. 179-186. ISSN: 1303-6173.
13. LEE Y.H., SONG H. L., PIAO X.M., et al. *Variations of seed traits, oil content and fatty acid composition in sunflower accession.* In: *The Korean Journal of Crop Science,* 2010, nr. 55, pp. 245-252. ISSN: 0252-9777.
14. MALIZA R., SYAIDAH R., AGUSTA I. *Incision-wound healing activity of sunflower seed oil (Helianthus annuus* L*.): in vivo and in silico study.* In: *Farmacia*, 2023, nr. 71(5), pp. 1001-1012. ISSN: 0014-8237.
15. OLIVEIRA L. A. T., SOUZA V. R. C., ENDRINGER D. C., et al. *Effects of topical application of sunflower-seed oil on experimentally induced wounds in horses.* In: *Journal of Equine Veterinary Science*, 2012, nr. 32, pp. 139-145. ISSN: 0737-0806.

16. HEO J. C., WOO S. U., KWEON M. A., et al. *Aqueous extract of the Helianthus annuus seed alleviates asthmatic symptoms in vivo.* In: *International Journal of Molecular Medicine,* 2008, nr. 21(1), pp. 57-61. ISSN: 1791-244X.
17. SUBASHINI R., RAKSHITHA S. U. *Phytochemical screening, antimicrobial activity and in vitro antioxidant investigation of methanolic extract of seeds from Helianthus annuus* L. In: *Chemical Science Review and Letters,* 2012, nr. 1(1), pp. 30-34. ISSN: 2278-6783.
18. SAINI S. N. I., SHARMA S. *Antidiabetic effect of Helianthus annuus* L. *seeds ethanolic extract in streptozotocin nicotinamide induced type 2 diabetes mellitus.* In: *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences,* 2013, nr. 25(2), pp. 382-387. ISSN: 0975-1491.
19. AZIZ F. M., DARWEESH M. J., RAHI F. A., et al. *In vivo and in vitro studies of a polar extract of Helianthus annuus seeds in treatment of napkin dermatitis.* In: *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research,* 2014, nr. 24(2), pp. 1-3. ISSN: 0976-044X.
20. MASON C., PATEL H. S., DAVIS K. E., et al. *Beyond pollinators: evolution of floral architecturae with environment across the wild sunflowers (Helianthus, Asteraceae).* In: *Plant Ecology and Evolution*, 2017, nr. 150(2), pp. 139-150. ISSN: 2032-3913.
21. GAO Y., YANG L., ZU Y., et al. *Process optimization of ultrasound-assisted extraction of pectin from Helianthus annuus* L. *heads by response surface methodology.* In: *Advanced Materials Research*, 2014, nr. 955, pp. 848-854. ISSN: 1662-8985.
22. TODESCO M., BERCOVICH N., KIM A., et al. *Genetic basis and dual adaptative role of floral pigmentation in sunflowers.* In: *eLife*, 2022, nr. 11, e72072. ISSN: 2050-084X.
23. GRONQUIST M., BEZZERIDES A., ATTYGALLE A., et al. *Attractive and defensive functions of the ultraviolet pigments of a flower (Hypericum calycinum).* In: *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 2001, nr. 98, pp. 13745-13750. ISSN: 0027-8424.
24. KOSKI M. H., ASHMAN T. L. *Macroevolutionary patterns of ultraviolet floral pigmentation explained by geography and associated bioclimatic factors.* In: *The New Phytologist,* 2016, nr. 211, pp. 708-718. ISSN: 0028-646X.
25. KOSKI M. H., MACQUEEN D., ASHMAN T. L. *Floral pigmentation has responded rapidly to global change in ozone and temperature.* In: *Current Biology,* 2020, nr. 30, pp. 4425-4431. ISSN: 0960-9822.
26. NICOLSON S. W., HUMAN H. *Chemical composition of the 'low quality' pollen of sunflower (Helianthus annuus, Asteraceae).* In: *Apidologie*, 2013, nr. 44, pp. 144-152. ISSN: 0044-8435.
27. BERTOLI A., FAMBRINI M., DOVERI S., et al. *Pollen aroma fingerprint of two sunflower* (*Helianthus annuus* L.*) genotypes characterized by different pollen colors.* In: *Chemistry & Biodiversity*, 2011, nr. 8, pp. 1766-1775. ISSN: 1612-1872.
28. MIERZAK J., KOSTYN K., KULMA A. *Flavonoids as important molecules of plant interactions with the environment.* In: *Molecules*, 2014, nr. 19(10), pp. 16240-16265. ISSN: 1420-3049.
29. FARINA P., CONTI B. *Liabilities of essential oils as insect repellents.* In: *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2024, nr. 40, 100564. ISSN: 2468-5844.
30. BAHMANI K., ROBINSON A., MAJUMDER S., et al. *Broad diversity in monoterpene-sesquiterpene balance across wild sunflowers: Implications of leaf and floral volatiles for biotic interactions.* In: *American Journal of Botany*, 2022, nr. 109, pp. 2051-2067. ISSN: 0002-9122.
31. PRASIFKA J. R., SPRING O., CONRAD J., et al. *Sesquiterpene lactone composition of wild and cultivated sunflowers and biological activity against an insect pest.* In. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2015, nr. 63, pp. 4042-4049. ISSN: 0021-8561.
32. KOSTIC A. Z., JANACKOVIC P., KOLASINAC S. M., et al. *Balkans' Asteraceae species as a source of biologically active compounds for the pharmaceutical and food industry.* In: *Chemistry & Biodiversity,* 2020, nr. 17(6), e2000097. ISSN: 1612-1872.
33. PUTTHA R., VENKATACHALAM K., HANPAKDEESAKUL S., et al. *Exploring the potential of sunflowers: agronomy, applications, and opportunites within bio-circular-green economy.* In: *Horticulturae*, 2023, nr. 9, 1079. ISSN: 2311-7524.
34. GUO S., GE Y., JOM K. N. *A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common sunflower seed and sprouts (Helianthus annuus* L.). In: *Chemistry Central Journal*, 2017, nr. 11, 95. ISSN: 1752-153X.

35. LI X., LI K., XIE H., et al. *Antioxidant and cytoprotective effects of the di-O-caffeoylquinic acid family: the mechanism, structure-activity relationship, and conformational effect.* In: *Molecules*, 2018, nr. 23(1), 222. ISSN: 1420-3049.
36. LEE H.S., KIM E. N., JEONG G. S. *Oral administration of Helianthus annuus leaf extract ameliorates atopic dermatitis by modulation of T cell activity in vivo.* In: *Phytomedicine*, 2022, nr. 106, 154443. ISSN: 0944-7113.
37. GOCMEN E., GOK S. B., ERDOGDU Y. *The effect of irrigation treatments at different development stages on the bioactive components of sunflower cake.* In: *Plant, Soil and Environment*, 2023, nr. 69, pp. 179-187. ISSN: 1214-1178.
38. PREMALATHA P., SARAVANAN K. *Molecular docking of quercetin from Helianthus annuus with human estrogen receptor,* 2017. In: *International Conference on Translational Medicine and Imaging* (ICTMI-2017).
39. MBIKAY M., CHRETIEN M. *Isoquercetin as an Anti-Covid-19 medication: a potential to realize.* In: *Frontiers in Pharmacology*, 2022, nr. 13, 830205. ISSN: 1663-9812.
40. LI L., TENG M., LIU Y., et al. *Anti-gouty arthritis amd antihyperuricemia effects of sunflower (Helianthus annuus) head extract in gouty and hyperuricemia animal models.* In: *BioMed Research International*, 2017, 5852076. ISSN: 2314-6133.
41. QIAO Z., HAN L., LIU X., et al. *Extraction, radical scavenging activities, and chemical composition identification of flavonoids from sunflower (Helianthus annuus* L.) *receptacles.* In: *Molecules*, 2021, nr. 26, 403. ISSN: 1420-3049.
42. DWIVEDI A., SHARMA G.N. *A review on Heliotropism plant: Helianthus annuus* L. In: *The Journal of Phytopharmacology,* 2014, nr. 3(2), pp. 149-155. ISSN: 2230-480X.
43. UKIYA M. *Triterpene glycosides from the flower petals of sunflower (Helianthus annuus) and their anti-inflammatory activity.* In: *Journal of Natural Products,* 2007, nr. 70(5), pp. 813-816. ISSN: 1520-6025.
44. LIU X.S., GAO B., LI W.N., et al. *Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of essential oil of sunflower (Helianthus annuus* L.*) receptacle.* In: *Molecules*, 2020, nr. 25(22), 5244. ISSN: 1420-3049.
45. LIU X.S., GAO B., DONG Z. D., et al. *Chemical compounds, antioxidant activities, and inhibitory activities against xanthine oxidase of the essential oils from the three varieties of sunflower (Helianthus annuus* L.*) receptacles*. In: *Frontiers in Nutrition*, 2021, nr. 8, 737157. ISSN: 2296-861X.
46. CECCARINI L., MACCHIA M., FLAMINI G., et al. *Essential oil composition of Helianthus annuus L. leaves and heads of two cultivated hybrids "Carlos" and "Florom 350".* In: *Industrial Crops and Products,* 2004, nr. 19, pp. 13-17. ISSN: 0926-6690.
47. KUMAR C. M., GOWDA T. V. *Sunflower (Helianthus annuus* L.) *petals: a new biological source of lutein.* In: *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2010, nr. 1(4), 438. ISSN: 0975-8585.
48. LU M., TAN L., ZHOU X. G., et al. *Secoisolariciresinol diglucoside delays the progression of aging-related diseases and extends the lifespan of Caenorhabditis elegans via DAF-16 and HSF-1*. In: *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 1293935. ISSN: 1942-0994.
49. PHILLIPS K. M. *Phytochemicals in sunflower kernel – literature review*, 2000. Available: https://www.sunflowernsa.com [Accesat: 03.12.2024].
50. SHARMA S. K., ALAM A. *Phytochemical screening, antimicrobial, and antioxidant properties of Helianthus annuus and Hyophila involuta*: a comparative account. In: *Notulae Scientia Biologicae*, 2024, nr. 16(2), 11557. ISSN: 2067-3264.
51. EL-GEDDAWY M. A. U., SOROUR M. A., ABOU-EL-HAWA S. H., et al. *Effect of domestic processing and microwave heating on phenolic compounds and tannins in some oil seeds.* In: *International Journal of Agricultural Science*, 2019, nr. 1(2), nr. 23-32. ISSN: 2167-0447.
52. JIRAUNGKOORSKUL W. *Review of nutraceutical uses of an antioxidant sunflower sprout, Helianthus annuus*. In: *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research,* 2016, nr. 9(6), pp. 21-23. ISSN: 2455-3891.
53. *Magazin plante medicinale*. Disponibil: https://www.magazinplantemedicinale.ro/ceai-floarea-soarelui-petale-20gr.html [Accesat: 28.11.2024].
54. *Britannica. Sunflower Description, Uses, & Facts*. Available: https://www.britannica.com/plant/sunflower-plant [Accessed: 12.12.2024].

55. GIUDICI A. M., REGENTE M. C., CANAL L. *A potent antifungal protein from Helianthus annuus flowersis a trypsin inhibitor.* In: *Plant Physiology and Biochemistry*, 2000, nr. 38(11), pp. 881-888. ISSN: 0981-9428.
56. SPRING O., HAGER A. *Inhibition of elongation growth by two sesquiterpene lactones isolated from Helianthus annuus* L. In: *Planta*, 1982, nr. 156(5), pp. 433-440. ISSN: 1432-2048.
57. ZHONG J., LIU Y., CHEN X., et al. *The impact of acid rain on cadmium phytoremediation in sunflower* (*Helianthus annuus* L.). In: *Environmental Pollution,* 2024, nr. 340(2), 122778. ISSN: 1873-6424.

N. B.: *Studiul a fost realizat în cadrul proiectului de colaborare moldo-română PN-IV-P8-8.3-ROMD-2023-0269 „Valorificarea complexă a subproduselor Helianthus annuus pentru obţinerea de noi produse cu potenţial biomedical” finanţat de Unitatea Executivă pentru Finanţarea Învăţământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării şi Inovării, România şi a Subprogramului „011101 Abordări genetice şi biotehnologice de management al agroecosistemelor în condiţiile schimbărilor climatice”, finanţat de Ministerul Educaţiei şi Cercetării a Republicii Moldova.*

Date despre autori:
Maria DUCA, doctor habilitat în ştiinţe biologice, profesor universitar; academician, cercetător ştiinţific principal, Centrul de Cercetări Ştiinţifice în Genetică Funcţională, Universitatea de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0002-5855-5194
E-mail: mduca2000@yahoo.com

Steliana CLAPCO, doctor în ştiinţe biologice, conferenţiar cercetător; şef Centrul de Cercetări Ştiinţifice în Genetică Funcţională, Universitatea de Stat din Moldova, Chişinău, Republica Moldova.
ORCID: 0000-0001-7147-2740
E-mail: steliana.clapco@usm.md

Ana MUTU, doctor în ştiinţe biologice; cercetător ştiinţific superior, Centrul de Cercetări Ştiinţifice în Genetică Funcţională, Universitatea de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0001-8603-142X
E-mail: ana.mutu@usm.md

Angela PORT, doctor în ştiinţe biologice, conferenţiar universitar; cercetător ştiinţific coordonator, Centrul de Cercetări Ştiinţifice în Genetică Funcţională, Universitatea de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0003-3994-8918
E-mail: portang@yahoo.com

Oana CRĂCIUNESCU, doctor în ştiinţe biologice; cercetător ştiinţific gradul I, Departamentul Biologie Celulară şi Moleculară, Institutul Naţional de Cercetare-Dezvoltare pentru Ştiinţe Biologice, Bucureşti, România.
ORCID: 0000-0003-0625-3650
E-mail: oana_craciunescu2009@yahoo.com

Elena Iulia OPRIŢA, doctor habilitat în ştiinţe biologice; şef al Departamentului Biologie Celulară şi Moleculară, Institutul Naţional de Cercetare-Dezvoltare pentru Ştiinţe Biologice, Bucureşti, România.
ORCID: 0000-0002-6996-6175
E-mail: iulia.oprita@incdsb.ro

Elena MIHAI, doctor în ştiinţe biologice; cercetător ştiinţific, Departamentul Biologie Celulară şi Moleculară, Institutul Naţional de Cercetare-Dezvoltare pentru Ştiinţe Biologice, Bucureşti, România.
ORCID: 0009-0007-4980-8341
E-mail: elena.mihai@incdsb.ro

Prezentat: 06.02.2025