

C.Z.U.: 547.97:582.97

DOI: <https://doi.org/10.52692/1857-0011.2025.2-82.31>

PIGMENTII CAROTENOIDICI ȘI CLOROFILIIENI ÎN SPECIILE GENULUI *HELICHRYSUM*

¹Mihaela NARTEA, st.-doctorand, farmacistă; ORCID: 0000-0002-9465-8107^{1,2}Angelica OHINDOVSKI, st.-doctorand, asist. univ., ORCID: 0000-0001-5132-0782¹Maria STATNIC, farmacistă,^{1,2}Vladimir VALICA, dr. hab. șt. farm., prof. univ., ORCID: 0000-0002-1068-5504²Tatiana ȘTEFANEȚ, asist. univ., ORCID: 0000-0003-2060-8382³Flavia BORTEȘ, st.-doctorand, ORCID: 0000-0001-9620-8567³Cristian MOISA, dr., cercet. șt. gr. II, ORCID: 0000-0001-8487-4984³Dana COPOLOVICI, dr., hab., prof. univ., ORCID: 0000-0002-1491-0473³Lucian COPOLOVICI, dr., hab., prof. univ., ORCID: 0000-0002-4454-200X^{1,2}Maria COJOCARU-TOMA, dr. șt. farm., conf. univ., ORCID: 0000-0002-8255-9881¹Catedra de farmacognozie și botanică farmaceutică,²Centrul de Dezvoltare a Medicamentului, Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, Chișinău, Republica Moldova;³Institutul de Cercetare Interdisciplinar, Universitatea „Aurel Vlaicu” din Arad, Româniae-mail: maria.cojocar@usmf.md

Rezumat.

Pigmenții carotenoidici și clorofilieni din țesuturile plantelor sunt valoroși datorită capacității lor de a proteja aparatul fotosintetic. Analiza chimică spectrofotometrică a extractelor din speciile genului *Helichrysum* (*H. arenarium* și *H. italicum*) a evidențiat un conținut mai ridicat de carotenoide în flori, urmat de părțile aeriene, frunze și tulpini: *H. arenarii flores* – 10,74 mg/% și *H. italicii flores* – 4,41 mg/% pe alcool etilic 96%. În ceea ce privește pigmenții clorofilieni, s-a observat un conținut mai ridicat de clorofila b în frunze (*H. arenarium* – 10,7 %/ml și *H. italicum* – 4,41%/ml în alcool etilic 96%). Totodată, metoda de extracție cu acetonă a evidențiat un conținut mai ridicat de clorofilă a în frunzele ambelor specii (*H. arenarii folia* – 98,92 mg/ml și *H. italicii folia* – 51,61 mg/ml). Rezultatele indică că natura extractului și tipul produsului vegetal influențează semnificativ conținutul de pigmenți carotenoidici și clorofilieni.

Cuvinte cheie: pigmenți, clorofilă, carotenoide, *Helichrysum*, analiză chimică.

Summary. Carotenoid and chlorophyll pigments in species of the genus *Helichrysum*.

The carotenoid and chlorophyll pigments in plant tissues are valuable because they help protect the photosynthetic apparatus. Spectrophotometric chemical analysis of extracts from species of the genus *Helichrysum* (*H. arenarium* and *H. italicum*) shows the highest carotenoid levels in the flowers, followed by the aerial parts, leaves and stems: *H. arenarii flores* – 10.74 mg /% and *H. italicii flores* – 4.41 mg /% in 96% ethanol. Regarding chlorophyll pigments, a higher content of chlorophyll b was determined in leaves (*H. arenarium* – 10.7 mg /ml and *H. italicum* – 4.41 mg /ml in 96% ethanol). At the same time, the acetone extraction method revealed a higher chlorophyll a content in the leaves of both species (*H. arenarii folia* – 98.92 mg/ml and *H. italicii folia* – 51.61 mg/ml). These results indicate that both the choice of solvent and the nature of the plant material strongly influence the carotenoid and chlorophyll content.

Keywords: pigments, chlorophyll, carotenoids, *Helichrysum*, chemical analysis.

Резюме Каротиноидные и хлорофилльные пигменты у видов рода *Helichrysum*

Каротиноидные и хлорофилльные пигменты в тканях растений ценны благодаря способности защищать фотосинтетический аппарат. Спектрофотометрический химический анализ экстрактов видов рода *Helichrysum* (*H. arenarium* и *H. italicum*) выявил более высокое содержание каротиноидов в цветках, чем в надземной части, листьях и стеблях: *H. arenarii flores* – 10,74 мг /% и у *H. italicii flores* – 4,41 мг /% при экстракции 96%-ным этанолом. Что касается хлорофилльных пигментов, установлено более высокое содержание хлорофилла b в листьях (*H. arenarium* – 10,7 мг/мл, *H. italicum* – 4,41 мг/мл в 96% этаноле). В то же время метод экстракции ацетоном выявил более высокое содержание хлорофилла a в листьях обоих видов (*H. arenarii folia* – 98,92 mg/ml и *H. italicii folia* – 51,61 mg/ml). Результаты свидетельствуют о том, что природа экстракта и тип растительного продукта существенно влияют на содержание каротиноидных и хлорофилльных пигментов.

Ключевые слова: пигменты, хлорофилл, каротиноиды, *Helichrysum*, химический анализ.

Introducere.

Carotenoizii reprezintă o clasă de pigmenți naturali sintetizați de alge, plante și bacterii, care conferă colorit galben-portocaliu în regnul vegetal. În fructe și legume au fost identificați peste 50 de carotenoizi, dintre care α -carotenu, β -carotenu, β -criptoxantina, luteina, zeaxantina și licopenul sunt cei mai des întâlniți în alimentația umană [1]. Dintre aceștia, α -carotenu, β -carotenu și β -criptoxantina sunt derivați ai provitaminei A, ceea ce înseamnă că pot fi transformați de organismul uman în retinol. În schimb, luteina, zeaxantina și licopenul sunt carotenoizi neprovitaminici și nu pot fi convertiți în retinol [2, 3]. Clorofila este pigmentul fotosintetic esențial responsabil de culoarea verde a plantelor și algelor, facilitând captarea luminii necesare fotosintezei. Aceasta prezintă structuri chimice ușor diferite, care determină proprietăți distincte de absorbție a luminii. Structura de bază a clorofilei include un inel de porfirină asemănător cu cel al hemului din hemoglobină, dar cu un atom central de magneziu în loc de fier. Coadă hidrocarbonată (fitol), atașată inelului porfirinic, face ca clorofila să fie solubilă în grăsimi și insolubilă în apă [4, 5]. Clorofila a este mai răspândită și absoarbe în special lumina roșie, în timp ce clorofila b absoarbe preponderent lumina albastru-violet. Ambii pigmenți sunt esențiali în procesul fotosintetic [6]: clorofila a este direct implicată în reacțiile dependente de lumină, în timp ce clorofila b extinde spectrul de absorbție a luminii [7, 8]. Studiile farmacologice *in vitro* și *in vivo* au evidențiat potențialele beneficii pentru sănătate ale pigmenților carotenoidici și clorofilieni, prin proprietățile lor antioxidante și antiinflamatorii, precum și prin rolul lor în reducerea riscului și severității unor boli cronice, cum ar fi afecțiunile cardiovasculare, obezitatea, diabetul zaharat de tip 2, cancerul și tulburările neurodegenerative [9].

Scopul.

Determinarea cantitativă a pigmenților carotenoidici și clorofilieni în produse vegetale recoltate de la speciile genului *Helichrysum*, din colecția Centrului Științifico-Practic în domeniul Plantelor Medicinale (CȘPDPM) a USMF „Nicolae Testemițanu” (*H. italicum*) și din flora spontană a Republicii Moldova (*H. arenarium*).

Material și metode.

Condiționarea produselor vegetale. Produsele vegetale (frunze – *folia*, flori – *flores*, părți aeriene – *herba*, tulpini – *caulis*) de la speciile genului *Helichrysum*: *H. arenarium* au fost recoltate de pe stâncăriile malului drept al fluviului Nistru, iar identificarea taxonomică s-a realizat cu ajutorul

herbarului de la Catedra de farmacognozie și botanică farmaceutică a USMF „Nicolae Testemițanu”. Produsele vegetale ale speciei *H. italicum* au fost recoltate din colecția CȘPDPM, cu grijă pentru a nu extrage și organele subterane, planta fiind reintrodusă în colecție prin plantare cu material săditor. Recoltarea s-a realizat în aceeași perioadă (iulie a. 2024), iar condiționarea materialului vegetal s-a efectuat conform prevederilor Farmacopeei de Stat, ediția a XI-a [10].

Determinarea cantitativă a carotenoidelor.

Dozarea carotenoidelor din organele speciilor *H. arenarium* și *H. italicum* s-a realizat prin metoda spectrofotometrică. Extragerea pigmenților a avut loc la baia de apă cu refrigerent, utilizând ca solvenți hexanul și alcoolul etilic (60% și 96%). Analizele spectrofotometrice s-au efectuat la lungimea de undă 448 nm, utilizând extragenții corespunzători ca martori de referință. Rezultatele au fost exprimate în mg/% [11].

Determinarea clorofilelor a și b – Metoda 1.

Determinarea cantitativă a clorofilelor a și b s-a efectuat prin metoda spectrofotometrică utilizând hexan și alcool etilic (60% și 96%) ca extragenți. Măsurătorile au fost realizate la lungimile de undă: 664 nm (clorofila a) și 649 nm (clorofila b). Rezultatele au fost calculate și exprimate în mg/ml [12].

Determinarea clorofilelor a și b – Metoda 2.

La câte 4 cm² de frunze proaspete s-au adăugat 10 ml de soluție de acetonă 70%, urmată de triturare într-un mojar cu gheață împreună cu 0,1 g nisip, 0,1 g CaCO₃ și 1 ml acetonă, până la obținerea unei mase fine. Suspensia a fost agitată la vortex timp de 1–2 minute și centrifugată 5 minute la 4°C. Procedura de extracție a fost repetată de 3 ori, iar supernatul obținut a fost adus la un volum final de 5 ml cu acetonă și filtrat prin filtre PTFE de 0,45 μ m. Măsurătorile spectrofotometrice au fost efectuate la lungimile de undă 645 nm (clorofila a) și 663 nm (clorofila b), rezultatele fiind exprimate în mg/ml [13].

Rezultate.

Genul *Helichrysum* (fam. Asteraceae) cuprinde aproximativ 600 de specii la nivel mondial, este originar din Africa, fiind răspândit în Madagascar, Australia și Eurasia (cca 250 specii). Numele derivă de la cuvintele de origine grecească „*helios*” și „*chryos*”, care semnifică „soare” și „aur” prin inflorescențe de culoare galben auriu. Totodată, florile veșnice de imortelă își păstrează forma și culoarea atunci când sunt uscate, fiind colectate în exces, ce a făcut să fie inclusă în lista speciilor vulnerabile în unele țări. În flora României, din speciile genului *Helichrysum*, se întâlnesc: *H. bracteatum*, *H. petiolare* și *H. arenarium*

subsp. *ponticum*, întâlnite în zonele de stepă, păduri de stejar, locuri uscate și nisipoase [14]. În flora Republicii Moldova vegetează doar o singură specie - *H. arenarium* (L.) Moench, cunoscută popular sub denumirea de siminoc, ce apare sporadic pe stâncile de pe malul drept al râului Nistru, în rezervația peisagistică „Climăuții de jos”, în stepele calcaroase de la Naslavcea [15], cu o populație în declin, iar în colecția CȘPDPM este introdusă specia *H. italicum* (Roth) G. Don [16]. Evaluarea publicațiilor științifice indică că speciile genului *Helichrysum* pot servi ca sursă de pigmenți carotenoidici prezenți în țesuturile organelor, legați de clorofilă prin procesul de absorbție a energiei luminoase, compuși activi ce însoțesc polifenolii, flavonoidele (naringenina, izolasipurozida, rutozida, quercetina), acizii hidroxicinamici, taninuri, ulei volatil [17, 18].

Pentru dozarea pigmenților carotenoidici, în cadrul Centrului de Dezvoltare a Medicamentului s-au realizat spectrele de absorbție pentru extractele etanolice 96%, 60% și hexan din frunze și flori de la ambele specii ale genului *Helichrysum* la lungimea de undă 448 nm, în imagini fiind prezentate (figura 1–2) spectrele de absorbție în extracte etanolice de 96.

Rezultatele dozării spectrofotometrice a pigmenților carotenoidici denotă un conținut mai mare în flori pentru ambele specii, în extracte etanolice de 96%, urmat de conținutul în frunze, părți aeriene și tulpini (*H. arenarii flores*–10,74 mg/% și *H. italicii flores* – 4.41 mg/%), cu prezentarea rezultatelor în tabelul 1, după natura extragentului: hexan, alcool etilic de 60%, 96% și produsul vegetal utilizat.

Totodată, rezultatele indică că alcoolul etilic 96% facilitează o extracție mai bună față de cel de 60% și față de hexan pentru produsele vegetale examinate de la ambele specii ale genului *Helichrysum*. Astfel, carotenoidele în *H. arenarium* în extracte etanolice de 96% indică pentru: *flores* – 10,74; *folia* – 8,37; *herba* – 6,35; *caulis* – 3,68 mg%, urmat de un conținut mai mic în extractele etanolice de *H. italicum*: *flores* – 4,41; *folia* – 3,32; *herba* – 2,11; *caulis* – 1,23 mg% (figura 3-4).

Astfel, rezultatele spectrofotometrice denotă un conținut mai mare de carotenoide în flori, urmat de frunze, părți aeriene și tulpini pentru speciile de *Helichrysum*, în concentrații mai mari în extracte etanolice de 96% (*H. arenarii flores* –10,74 mg/% și *H. italicii flores* – 4,41mg/%) urmat de un conținut

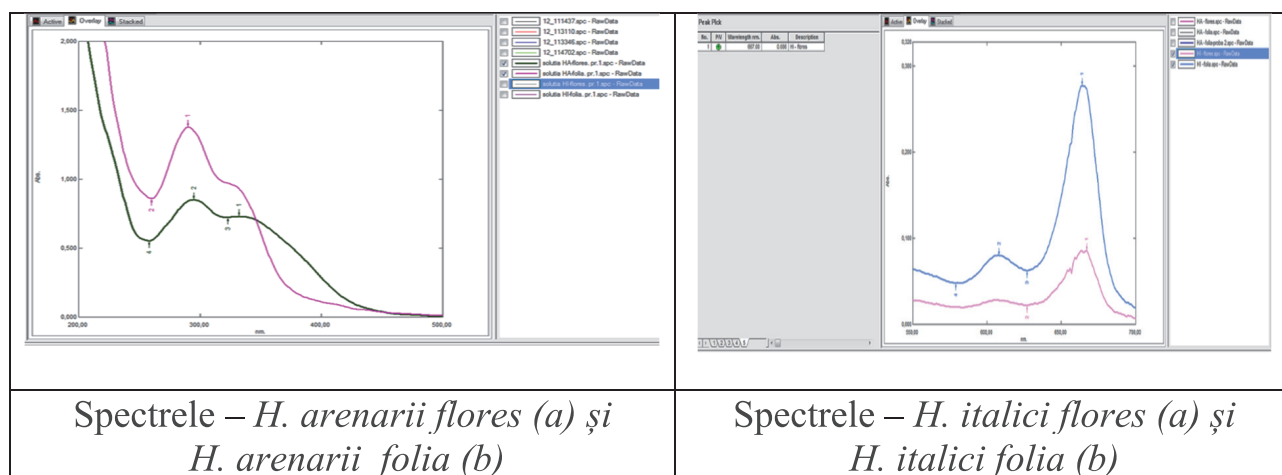


Figura 1–2. Spectrele de absorbție pentru extractele etanolice 96% în frunze și flori de *H. arenarium* și *H. italicum* la lungimea de undă 448 nm

Tabelul 1.

Conținutul pigmenților carotenoidici pentru speciile *Helichrysum*, în extracte etanolice și hexan

Conținutul carotenoidelor (mg/%)								
Extragent	<i>H. arenarium</i> (media±SD)				<i>H. italicum</i> (media±SD)			
	<i>folia</i>	<i>flores</i>	<i>herba</i>	<i>caulis</i>	<i>folia</i>	<i>flores</i>	<i>herba</i>	<i>caulis</i>
Alcool etilic 96%	8,37 ±0,0004	10,74 ±0,001	6,35 ±0,0005	3,68 ±0,0004	3,32 ±0,0005	4,41 ±0,0004	2,11 ±0,0003	1,23 ±0,0004
Alcool etilic 60%	4,85 ±0,0004	6,35 ±0,0005	2,32 ±0,0003	1,27 ±0,0004	2,32 ±0,0004	2,71 ±0,0004	1,36 ±0,0004	1,15 ±0,0004
Hexan	2,25 ±0,0003	3,17 ±0,0004	1,80 ±0,0004	1,3 ±0,0004	1,42 ±0,0004	1,62 ±0,0004	1,00 ±0,0004	0,71 ±0,0004

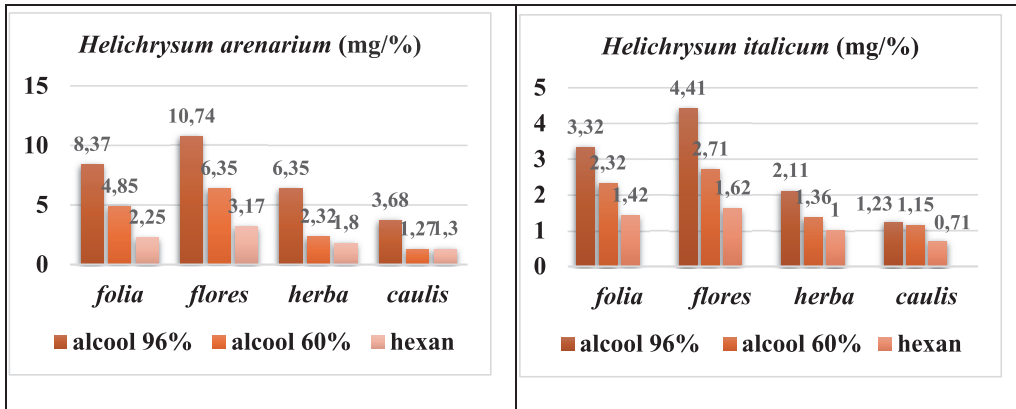


Figura 3-4. Conținutul de pigmenți clorofilieni în extracte ale speciilor *H. arenarium* și *H. italicum*

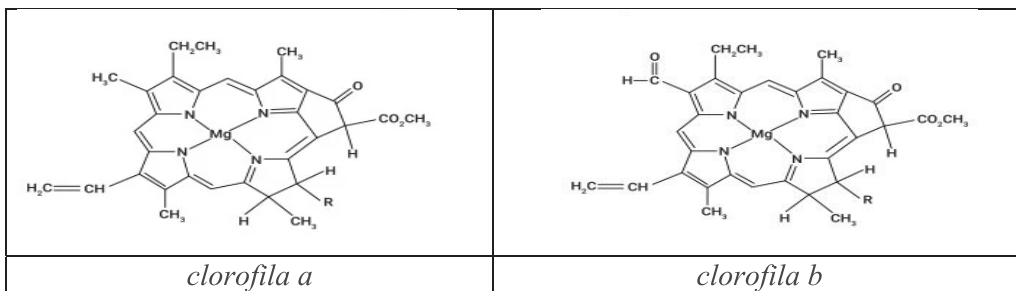


Figura 5-6. Structura chimică a clorofilei a și b

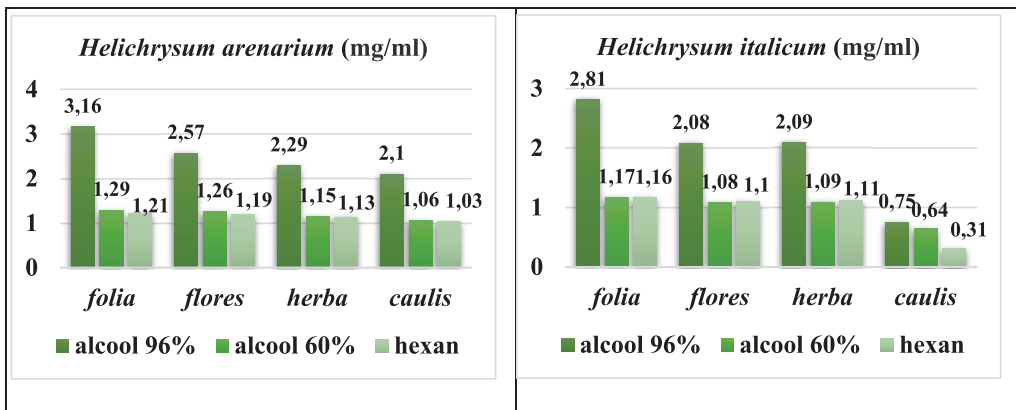


Figura 7-8. Conținutul de pigmenți clorofilieni a în organele recoltate de la *H. arenarium* și *H. italicum* la lungimea de undă 664 nm

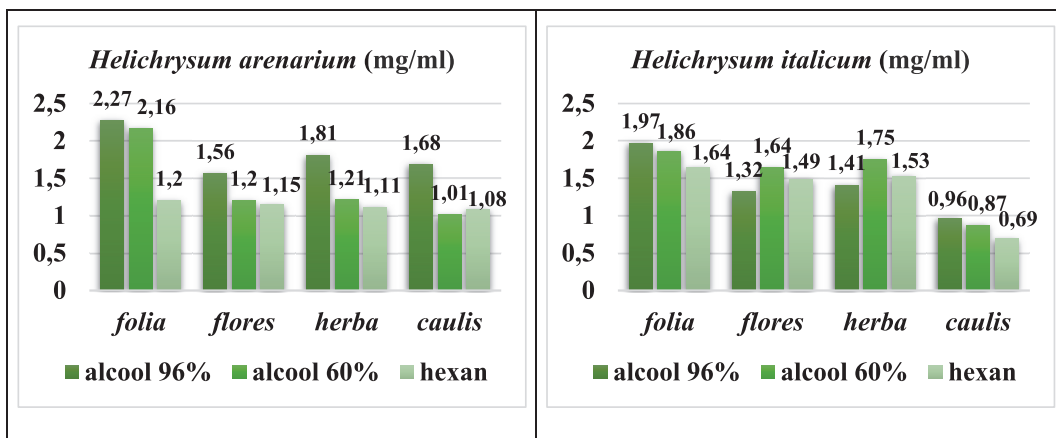


Figura 9-10. Conținutul de pigmenți clorofilici b în organele recoltate de la *H. arenarium* și *H. italicum* la lungimea de undă 649 nm

mai scăzut în extracte etanolice de 60% (*H. arenarii flores* – 6,35 mg/% și *H. italici flores* – 2,71mg/%) și în extracte cu hexan (*H. arenarii flores* – 3,17 mg/% și *H. italici flores* – 1,62 mg/%).

Este cunoscut, că clorofila reprezintă pigmentul care conferă plantelor și algelor culoarea verde, iar speciile o folosesc pentru a capta lumina necesară în fotosinteză. Dozarea clorofililor a și b din produsele menționate ale speciilor *H. arenarium* și *H. italicum* s-a efectuat prin aceeași metodă spectrofotometrică, cu extracția pigmentilor clorofilieni în aceeași extragenți și concentrații (hexan, alcool etilic de 60% și 96%), la spectrofotometrul Metertech UV/VIS SP 800.

Conținutul clorofililor a și b în mg/ml, s-a determinat după metoda Voitsekhojskaja O. [12], cu aplicarea formulelor de calcul, unde: A este absorbanta la lungimea de undă indicată: 664 nm pentru clorofila a și 649 nm pentru clorofila b:

$$\text{Clorofila a (mg/ml)} = 3,36 \times A_{664} - 5,19 \times A_{649} \text{ nm};$$

$$\text{Clorofila b (mg/ml)} = 27,43 \times A_{649} - 8,12 \times A_{664} \text{ nm}.$$

Conținutul de clorofila a din organele recoltate (*folia, flores, herba, caulis*) de la *H. arenarium* și *H. italicum*, la lungimea de undă 664 nm prezintă o concentrație mai sporită în frunze pentru ambele specii (*H. arenarii folia* – 3,16 mg/ml și *H. italici folia* – 2,81 mg/ml urmat de flori, părți aeriene și tulpini (figura 7-8).

În produsele vegetale recoltate de la speciile *H. arenarium* și *H. italicum*, conținutul de clorofila b realizat spectrofotometric la lungimea de undă 649 nm prezintă concentrații mai mari în frunze pentru ambele specii (*H. arenarii folia* – 2,27 mg/ml și *H. italici folia* – 1,97 mg/ml urmat de flori, părți aeriene și tulpini (figura 9-10).

Conținutul de clorofila a și b în frunzele speciilor *H.arenarium* și *H. italicum* s-a realizat și prin altă tehnică de lucru (metoda 2), cu pulverizarea produsului proaspăt înghețat și extragerea pigmentilor clorofilieni în acetonă, cu calcule după formulele indicate mai jos în text:

$$\text{Clorofila a (mg/ml)} = 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \text{ nm};$$

$$\text{Clorofila b (mg/ml)} = 22,9 \times A_{645} - 4,69 \times A_{663} \text{ nm}.$$

Rezultatele indică un conținut mai majorat de clorofila a în frunzele ambelor specii: *H. arenarii folia* – 98,92 mg/ml și *H. italici folia* – 51,61 mg/ml, urmată de conținutul de clorofila b cu un conținut de 74,29 mg/mj pentru *H. arenarii folia* și de 41,12 mg/ml pentru *H. italici folia*, date experimentale ce confirmă că rezultatele pot fi influențate de natura extragentului și metoda aplicată.

Rezultatele denotă că pigmentii clorofilici a și b din frunzele proaspete recoltate de la speciile *H. italicum* și *H.arenarium* cu extragere ulterioară cu acetonă, prezintă un conținut mult mai înalt în frunze,

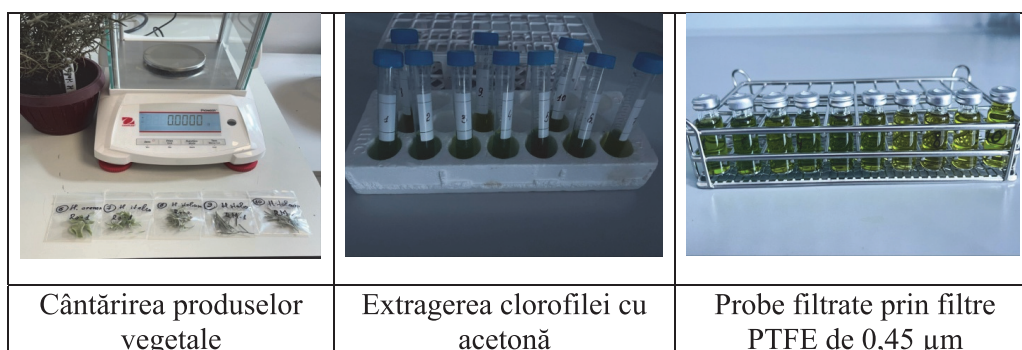


Figura 11-12. Extragerea pigmentilor clorofilieni cu acetonă din frunze de *H. arenarium* și *H. italicum*

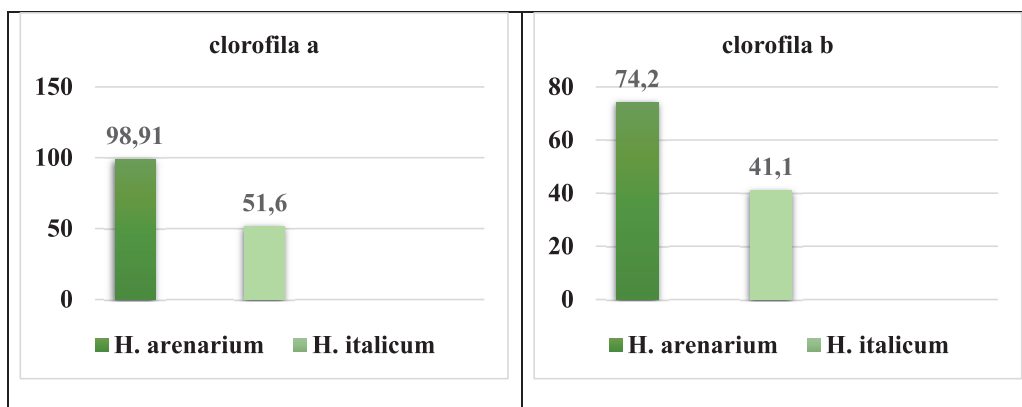


Figura 13-14. Conținutul de pigmenti clorofilieni a și b în frunze de *H. arenarium* și *H. italicum* pentru metoda 2 de extragere cu acetonă

comparativ cu prima metodă aplicată, clorofila a ($98,918 \pm 0,005$ –*H. arenarium* și $51,607 \pm 0,003$ pentru *H. italicum*), urmată de clorofila b ($74,292 \pm 0,01$ –*H. arenarium* și $41,108 \pm 0,02$ pentru *H. italicum*), în mg/ml.

Astfel, tehnica de lucru cu triturarea produsului vegetal proaspăt în mojar pe gheață prin extragere ulterioară a pigmentilor clorofilieni din frunze cu acetonă, cu aplicarea metodei în condiții de laborator în semiîntineric la o temperatură constantă de până la 4°C permite o extragere maximală a clorofilei și poate fi recomandată pentru studii ulterioare.

Discuții și concluzii.

Pigmenții carotenoidici și clorofilieni din țesuturile plantelor sunt valoroși, prin faptul, că pot să protejeze aparatul fotosintetic, iar produsele vegetale constituie o sursă importantă și își aduc aportul în prevenirea unor maladii. Pentru produsele vegetale examinate (*folia, flores, herba, caulis*) florile de la ambele specii ale genului *Helichrysum* (*H. arenarium* și *H. italicum*) sunt mai bogate în pigmenți carotenoidici, cu o extragere mai înaltă pe alcool de 96%, urmate de un conținut în diminuare, în părți aeriene, frunze, tulpini pentru ambele specii. Atunci când pigmenții clorofilieni au o biodisponibilitate mai mare pentru frunzele speciilor genului *Helichrysum* unde se prezintă cu un conținut mai mare, urmat de concentrații mai mici în părți aeriene, flori și tulpini. Evaluarea conținutului pigmentilor carotenoidici și clorofilieni în speciile genului *Helichrysum*, după publicații științifice indică că rezultatele pot fi influențate de natura produsului [19, 20] și a extragentului utilizat [20, 21].

Din extragenții folosiți în partea experimentală: alcool etilic de 60%, 96%, hexan, acetonă, pentru o extragere maximală a pigmentilor carotenoidici în produsele vegetale ale speciilor genului *Helichrysum* se recomandă a se utiliza alcoolul etilic de 96%, atunci când pentru pigmenții clorofilieni se recomandă metoda prin triturarea produselor proaspete în mojar pe gheață, cu extragere ulterioară cu acetonă.

Rezultatele demonstrează că polaritatea solventului influențează major randamentul extractiv. Etanolul 96 % maximizează extracția carotenoizilor, în timp ce acetona, în combinație cu tratamentul mecanic la rece, sporește semnificativ recuperarea clorofilelor, confirmând necesitatea optimizării fiecărui protocol de lucru în funcție de clasa de pigmenți vizată. *H. arenarium* prezintă un potențial superior de acumulare a carotenoizilor și clorofilelor față de *H. italicum*, sugerând că specia spontană din flora Republicii Moldova ar putea constitui o sursă fitoterapeutică mai bogată în pigmenți bioactivi. Distribuția neuniformă în organe

(flori > frunze > părți aeriene > tulpini) trebuie luată în vedere la standardizarea ulterioară a produselor vegetale. Conținutul ridicat de pigment în flori susține ipoteza rolului protector al carotenoizilor împotriva stresului foto-oxidativ în faza de înflorire, iar abundența clorofilei în frunze reflectă adaptarea fiziologică a frunzelor la captarea luminii la speciile investigate.

Mulțumiri.

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului: „Impactul diferitelor habitate și al factorilor de stres abiotici asupra metaboliților plantelor din genurile *Galium* și *Helichrysum*”, nr. proiectului: PN-IV-P8-8.3-ROMD-2023-0022, finanțat de UEFISCDI.

Bibliografie.

1. Sandmann G. *et al.* Carotenoid Biosynthesis in the Phylum Actinobacteria, 2021; 1261:175-181. doi: 10.1007/978-981-15-7360-6_14.
2. Swapnil P., Meen, M. *et al.* Vital roles of carotenoids in plants and humans to deteriorate stress with its structure, biosynthesis, metabolic engineering and functional aspects. *Current Plant Biology*, 2021; 26. 100203. doi.org/10.1016/j.cpb.2021.100203.
3. Kaulmann A., *et al.* Carotenoids, inflammation, and oxidative stress--implications of cellular signaling pathways and relation to chronic disease prevention. *Nutr Res.*, 2014; vol. 907. doi: 10.1016/j.nutres.2014.07.010.
4. Hofmann E., Wrench P., Sharples F., *et al.* Structural basis of light harvesting by carotenoids peridinin-chlorophyll-protein from *Amphidinium carterae*. In: *Science*, 1996: 1788–1791. doi: 10.1126/science.272.5269.1788.
5. Sousa C. *et al.* Anthocyanins, Carotenoids and Chlorophylls in Edible Plant Leaves Unveiled by Tandem *Mass Spectrometry*, 2022; doi: 10.3390/foods11131924.
6. Hiller R., *et al.* Spectroscopy of the peridinin-chlorophyll-a protein: insight into light-harvesting strategy of marine algae. In: *Arch. Biochem. Biophys.*, 2007: 111–120. doi: 10.1016/j.abb.2006.10.006.
7. Sun D., *et al.* The Structure, functions and potential medicinal effects of chlorophylls derived from microalgae. In: *Mar Drugs*, 2024; doi: 10.3390/md22020065.
8. Lakna P. Difference Between Chlorophyll A and B, Definition, Characteristics, Role, Comparison. *Pedia*, 2017: 4-30.
9. Saini R. *et al.* Protective effects of lycopene in cancer, cardiovascular, and neurodegenerative diseases. *Epub*, 2020; doi: 10.1016/j.phrs.2020.104730.
10. Farmacopeea de Stat, ediția XI, (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench. 1990: 244-246.
11. Scrob S. *et al.* Evaluation of extraction methods for the analysis of carotenoids for different vegetal matrix. In: *Food Science and Technology*, 2023; Cluj-Napoca.

12. Voitsekhovskaja O., Tyutereva E. Chlorophyll b in angiosperms: Functions in photosynthesis, signaling and ontogenetic regulation. *Journal of Plant Physiology*, 2015.
13. Opris O., Copaciu F., Soran M., Ristoiu D., Niinemets U., Copolovici L. Influence of nine antibiotics on key secondary metabolites and physiological characteristics in *Triticum aestivum*: Leaf volatiles as a promising new tool to assess toxicity. In: *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2013 (87): (2013): 70–79.
14. Nartea M., et al. Corologia speciilor *Helichrysum* din flora republicii Moldova și a României, *Lucrările Congresului de Farmacie*, 2024: 368.
15. Negru A. Determinator de plante din flora Republicii Moldova, Chișinău, 2007.
16. Nartea M., et al. PSE meeting, Iași, România, 2022.
17. Cojocaru-Toma M. Produse vegetale și fitopreparate din Republica Moldova, Chișinău, 2017: 267-268.
18. Dejan P., et al. Sandy Everlasting (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench): Botanical, Chemical and Biological Properties. In: *Plant Metabolism and Chemodiversity*, 2018; vol. 9. doi.org/10.3389/fpls.2018.01123.
19. Langi P., Kiokias S., Varzakas T., et al. Carotenoids: From Plants to Food and Feed Industries, 2018; doi: 10.1007/978-1-4939-8742-9_3.
20. Furlan V. *Helichrysum italicum*: From Extraction, Distillation, and Encapsulation Techniques to Beneficial Health Effects. In: *Food*, 2023. doi: 10.3390/foods12040802.
21. Nat J., et al. Carotenoids as natural functional pigments, 2019; Oct 1;74 (1):1–16. doi: 10.1007/s11418-019-01364-x.
22. Langi P., Kiokias S., Varzakas T., et al. Carotenoids: From Plants to Food and Feed Industries, 2018; doi: 10.1007/978-1-4939-8742-9_3.