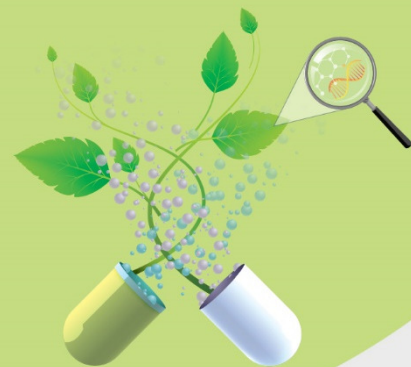




Co-funded by
the European Union



EURO-PLANT-ACT



MANAGEMENTUL PLANTELOR MEDICINALE – DE LA CULTIVARE LA SIGURANȚA CONSUMATORILOR

EURO-PLANT-ACT

Proiect Erasmus+ Parteneriate pentru cooperare
Cod proiect 2022-1-RO01-KA220-HED-000088958

Editori: Dehelean Cristina Adriana, Pinzaru Iulia Andreea



Editura „Victor Babeș”

Piața Eftimie Murgu Nr. 2, cam. 316, 300041 Timișoara

Tel./ Fax 0256 495 210

e-mail: *evb@umft.ro*

www.umft.ro/editura

Director general: Prof. univ. dr. Sorin Ursoniu

Colecția: Manuale

Coordinatori colecție: Prof. univ. dr. Codruța Șoica

Prof. univ. dr. Daniel Lighezan

Referent științific: Prof. univ. dr. Daliborca Vlad

Indicativ CNCSIS: 324

© 2024

Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate. Reproducerea parțială sau integrală a textului, pe orice suport, fără acordul scris al autorilor este interzisă și se va sancționa conform legilor în vigoare.

ISBN 978-606-786-413-7



CUPRINS

Capitolul 1. Plante medicinale - probleme actuale legate de rolul lor în agricultură, farmacie și nutriție (Dehelean CA, Macașoi IG, Pînzaru IA)	4
Capitolul 2. Caracterizarea botanică și utilizarea plantelor medicinale (Balicevic R, Ravlic M)	24
Capitolul 3. Efectul erbicid al extractului de plante și al uleiurilor esențiale (Ravlic M, Baličević R)	42
Capitolul 4. Bolile plantelor în producția medicinală (Ćosić J, Vrandečić K)	57
Capitolul 5. Activitatea antifungică a uleiurilor esențiale în agricultură (Vrandečić K, Ćosić J)	72
Capitolul 6. Condiții agrotehnice, cultivarea, recoltarea și depozitarea plantelor medicinale (Pop G, Obistioiu D)	95
Capitolul 7. Plante medicinale cu eficacitate dovedită împotriva tulpinilor bacteriene patogene medicale (Obistioiu D, Pop G, Voica D, Avram D)	104
Capitolul 8. Activitatea plantelor medicinale împotriva bacteriilor patogene predominante în industria alimentară (Negrea M, Cocan I, Alexa E, Obistioiu D, Voica D, Avram D)	114
Capitolul 9. Utilizarea plantelor medicinale ca ingrediente cu valoare adăugată în industria produselor funcționale de panificație și patiserie (Alexa E, Voica D, Negrea M, Cocan I, Avram D)	123
Capitolul 10. Utilizarea plantelor medicinale ca ingrediente cu valoare adăugată în industria cărnii și a produselor lactate (Cocan I, Negrea M, Alexa E, Obistioiu D, Voica D, Avram D)	131
Capitolul 11. Acțiunea farmacologică și efectele asupra sănătății exercitate de produsele naturale derivate din plante medicinale (Dehelean CA, Soica CM, Pînzaru IA)	142
Capitolul 12. Plante medicinale și valori de referință dietetice (Dehelean CA, Șoica CM, Pînzaru IA)	157
Capitolul 13. Probleme curente în siguranța alimentelor noi și a surselor de nutrienți - interacțiuni între suplimente/alimente și medicamente (Conforti F, Statti G)	189
Capitolul 14. Prepararea produselor din plante (extracte, uleiuri esențiale), caracterizarea fitochimică și influența geolocalizării asupra compoziției fitocomplexilor (Conforti F, Statti G).....	198
Capitolul 15. Substanțe din suplimentele alimentare între eficacitate și toxicitate – plante și extracte din plante (Pînzaru IA, Macașoi IG, Dehelean CA).....	211



Co-funded by
the European Union



Capitolul 1. Plante medicinale - probleme actuale legate de rolul lor în agricultură, farmacie și nutriție (Dehelean CA, Macașoi IG, Pînzaru IA)

1.1. Introducere

Plantele medicinale pot fi definite ca orice plantă care conține, în una sau mai multe părți ale sale, substanțe cu potențial terapeutic sau care servesc drept precursor pentru producerea de medicamente benefice [Sofowora et al., 2013].

Utilizările terapeutice ale plantelor medicinale sunt cunoscute din timpuri imemorabile și, în prezent, ele reprezintă baza pentru dezvoltarea de medicamente noi [Chen et al., 2016; Jiang et al., 2022]. În plus, Organizația Mondială a Sănătății (OMS) a declarat că un procent foarte mare din populația mondială (75-80%) depinde de medicamentele pe bază de plante pentru nevoile esențiale de îngrijire a sănătății [Marcelino et al., 2023]. În ultima perioadă, plantele medicinale sunt utilizate frecvent ca suplimente alimentare și sunt consumate ca alimente, fiind, de asemenea, studiate ca alternative ecologice pentru controlul dăunătorilor în agricultură, ceea ce generează o cerere globală ridicată pentru plante medicinale și un risc crescut de extincție din cauza recoltării excesive și distrugerii habitatului [Dar et al., 2017; Chen et al., 2016; Jiang et al., 2022].

Uniunea Internațională pentru Conservarea Naturii și Fondul Global pentru Viața Sălbatică au raportat că, la nivel global, între 50.000 și 80.000 de specii de plante cu flori sunt utilizate în scopuri medicinale, majoritatea acestora fiind întâlnite în China și India [Chen et al., 2016]. Deși există mai mult de o jumătate de milion de plante în lume, multe dintre ele neexplorate, iar viitorul plantelor medicinale este promițător atât în domeniul medicinal, cât și în domeniile nutrițional și agricol [Mathur și Hoskins, 2017], trebuie acordată o atenție specială exacerbării utilizării nesustenabile a plantelor medicinale din surse sălbatice [Chen et al., 2016; Jiang et al., 2022].

Prezentul capitol este axat pe evidențierea rolurilor multiple pe care plantele medicinale le joacă în diverse sectoare, precum agricultura, industria farmaceutică și industria alimentară. În plus, vor fi subliniate și provocările legate de plantele



medicinale în ceea ce privește cultivarea și domesticirea, recoltarea sustenabilă, pierderea biodiversității, controlul calității, cadrul de reglementare și cercetarea farmacologică.

1.2. Rolul plantelor medicinale în agricultură

În ultimele două decenii, domeniul agricol a experimentat numeroase schimbări majore în ceea ce privește cerințele energetice și tehnologia. În prezent, creșterea continuă a populației a dus la o lipsă de securitate alimentară, având în vedere cantitatea limitată de teren agricol disponibil. Se estimează că cererea de alimente va crește cu 70% până în anul 2050. Practicile agricole actuale pot îndeplini această nevoie doar dacă se folosesc pesticide chimice, care au efecte negative asupra sănătății umane și asupra mediului [Pathania et al., 2020]. În ultimii ani, s-a pus un accent special pe agricultura durabilă [Dordas, 2008].

Microbiomul plantelor joacă un rol important în agricultura durabilă, contribuind la creșterea plantelor și la fertilitatea solului. Microbiomul este responsabil pentru reglarea creșterii plantelor prin mecanisme directe sau indirecte, cum ar fi eliberarea regulatorilor de creștere, fixarea biologică a azotului sau prin antagonizarea microbilor patogeni [Ajar, 2020]. Pe lângă aceasta, compușii naturali pot fi, de asemenea, folosiți pentru a controla dăunătorii și ierburile. În consecință, studiul compușilor vegetali poate contribui la dezvoltarea unor noi strategii agronomice care să reducă daunele cauzate sănătății umane și mediului prin utilizarea practicilor durabile. În plus, compușii naturali au avantajul de a necesita mai puține controale de reglementare pentru înregistrare decât compușii sintetici, ceea ce, la rândul său, reduce costurile de comercializare [Petroski și Stanley, 2009].

De mii de ani, medicamentele pe bază de plante au servit drept surse de compuși bioactivi și terapeutici atât pentru aplicații industriale, cât și pentru agricultură. Mai multe plante medicinale, formulate ca extracte sau uleiuri esențiale, au fost studiate ca metode de control al dăunătorilor, evaluându-se efectele lor insecticide, repelente pentru insecte sau fungicide [Cheraghi Niroumand et al., 2016; Nxumalo et al., 2021].



Deși pesticidele sintetice continuă să fie cea mai eficientă strategie pentru protejarea și conservarea culturilor agricole, efectele lor toxice severe au dus la interzicerea totală a acestora în agricultura ecologică. Printre aceste efecte se numără: (i) dezvoltarea cancerului (ex. 1,2-dibromoetan, dibromură de etilenă, lindan, noviflumuron, spirodiclofen, etiofencarb, metomil, diquat, malathion, pymetrozine, propineb); (ii) toxicitate reproductivă/infertilitate (ciproconazol, flumioxazin și propiconazol); (iii) efect de disruptor endocrin (vinclozolin, maneb, quizalofop-p-tefuryl și zineb), și (iv) deces (cianură de hidrogen). Un alt inconvenient al utilizării excesive a pesticidelor sintetice este apariția tulpinilor rezistente de agenți patogeni [Nxumalo et al., 2021].

Spre deosebire de pesticidele convenționale, care se bazează pe un singur ingredient activ, pesticidele din plante conțin un amestec de compuși fitochimici (alcaloizi, glicozide cianogenice, fenilpropanoide, policetide, antocianine, carbohidrați, aminoacizi, lipide, acizi nucleici, terpenoizi, flavonoide, fenoli, saponine și taninuri) care pot influența atât comportamentul, cât și fiziologia dăunătorilor, făcând astfel mult mai dificilă dezvoltarea rezistenței. Prin urmare, identificarea biopesticidelor care sunt nu doar eficiente, ci și adaptabile la condițiile ecologice, este esențială pentru realizarea unui control adecvat al dăunătorilor [Cheraghi Niroumand et al., 2016; Nxumalo et al., 2021].

Alte beneficii ale pesticidelor pe bază de plante includ un potențial nociv redus, biodegradare rapidă, sunt adecvate pentru utilizare de către fermierii la scară mică și eficiența în protejarea cerealelor împotriva dăunătorilor [Phokwe și Manganyi, 2023]. În acest context, cercetări anterioare au documentat peste 2.500 de specii de plante din 235 de familii, care au demonstrat activitate biologică împotriva unei varietăți de dăunători. Totuși, doar câteva dintre acestea au fost dezvoltate pentru utilizare comercială sau clasificate ca produse agricole. Conform celor mai recente studii, numeroase remedii din plante — inclusiv plante, uleiuri esențiale și constituenți chimici ai acestora — au arătat efecte inhibitorii asupra dăunătorilor [Phokwe și Manganyi, 2023].

Interesul pentru compuși naturali ca metode de combatere a dăunătorilor datează din anul 2000 î.Hr.; cartea indiană *Rig Veda* (veche de 4000 de ani)



menționează plante cu efect insecticid. Avicenna oferă o vastă cunoaștere despre plantele medicinale eficiente ca agenți de combatere a dăunătorilor în lucrarea sa cunoscută sub numele de *Canonul Medicinii*. Avicenna descrie 42 de pesticide naturale, precum: chimenul negru (*Nigella sativa L.*), mirtul (*Myrtus communis L.*), usturoiul (*Allium sativum L.*), rodia (*Punica granatum*), euforbia (*Euphorbia helioscopia L.*), castravetele amar (*Citrullus colocynthis (L.) Schrad*), pelinul (*Artemisia montana (Nakai) Pamp*), măslinul (*Olea europaea L.*), ienuparul comun (*Juniperus communis L.*), leandrul (*Nerium oleander L.*) și altele [Amrollahi-Sharifabadi et al., 2024].

Plantele medicinale acționează ca insecticide prin diverse mecanisme de acțiune, după cum urmează: (i) efect insecticid (*Allium sativum L.*, *Origanum majorana*, *Ocimum basilicum*, *Nerium oleander*, *Myrtus communis*, etc.); (ii) efect repelent (*Artemisia absinthium*, *Boswellia carterii*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Ocimum basilicum*, *Origanum majorana*, *Ruta graveolens*, etc.); (iii) activitate larvicidă (*Allium sativum L.*, *Boswellia carterii*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Ocimum basilicum*, *Ruta graveolens*, etc.); (iv) efect acaricid (*Punica granatum*, *Allium sativum L.*, etc.); (v) antialimentare (*Ocimum basilicum*, *Punica granatum*, etc.); (vi) inhibitori ai dezvoltării (*Artemisia absinthium*, *Nerium oleander*, etc.), și (vii) activitate fumigantă (*Allium sativum L.*, *Boswellia carterii*, *Ocimum basilicum*, *Origanum majorana*, etc.) [Cheraghi Niroumand et al., 2016; Amrollahi-Sharifabadi et al., 2024].

O listă de plante medicinale (formulate ca extracte) utilizate frecvent ca pesticide a fost publicată de Nxumalo et al. (2021) într-o recenzie excelentă. Această listă include următoarele plante: *Azadiracta indica*, *Bobgunnia madagascariensis*, *Lippia javanica*, *Melia azedarach*, *Solanum incanum* și *Tephrosia vogelii* [Nxumalo et al., 2021].

Diverse plante medicinale s-au dovedit, de asemenea, eficiente ca fungicide, protejând fructele și culturile împotriva contaminării fungice comune; de exemplu: *Acorus calamus*, *Allium cepa*, *Allium sativum*, *Aloe vera*, *Datura stramonium*, *Galenia africana*, *Moringa olifera*, *Phyllanthus niruri*, *Plumbago zeylanica*, *Ruta chalepensis*, *Thymus vulgaris L.*, *Zataria multiflora* și *Zehnerria scabra* [Nxumalo et al., 2021].

O descriere detaliată a plantelor medicinale raportate în literatură ca pesticide, insecticide sau fungicide este prezentată în Tabelul 1.1.



Tabelul 1.1. Plante medicinale cunoscute drept pesticide/insecticide/fungicide naturale [Gahukar, 2012; Cheraghi Niroumand et al., 2016; Nxumalo et al., 2021; Phokwe and Manganyi, 2023; Amrollahi-Sharifabadi et al., 2024].

Planta medicinală	Tipul formulării	Dăunători/patogeni verificați	
<i>Ailanthus excelsa</i> (Roxb.)	Extract din frunze	<i>Lasiodiplodia theobromae</i> <i>Fusarium oxysporum</i>	
<i>Allium cepa</i> L.	Extract din bulb	<i>Alternaria alternata</i> <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	
<i>Allium sativum</i> L.	Extract din bulb, Ulei esențial (bulb)	<i>Tetranychus urticae</i> <i>Fusarium oxysporum</i> <i>Alternaria alternata</i> <i>Fusarium</i> sp.	
	Suc de usturoi	<i>Delia radicum</i> <i>Musca domestica</i>	
	Extract din tubercul	<i>Anopheles stephensi</i> <i>Culex quinquefasciatus</i>	
	Extract din fructe	<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	
	Extract din grăunți	<i>Callosobruchus maculatus</i>	
	Ulei esențial (Bulb)	<i>Culex pipiens</i> <i>Camptomyia corticalis</i> <i>Lycoriella ingenua</i> <i>Boophilus annulatus</i>	
	Lectine din usturoi	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Ulei esențial	<i>Rhodnius prolixus</i>	
	Ulei essential (frunze)	<i>Ixodes Ricinus</i>	
	Extract din frunze	<i>Sarcoptes scabieivar. suis</i>	
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Extract din frunze	<i>Hyadaphis coriandari</i> Das <i>Aspergillus flavus</i> <i>Penicillium</i> spp. <i>Mucor</i> spp.	
		<i>Fusarium oxysporum</i>	
		Extract din miezul de semințe	<i>Lasiodiplodia theobromae</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Urentius sentis</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Schoutedenia emblica</i> <i>Cercospora rauwolfiae</i>



	Ulei de sămburi	<i>Hyadaphis coriandari</i> Das <i>Aphis gossypii</i> <i>Hyadaphis coriandari</i> Das <i>Coccidohystrix insolita</i> <i>Aspergillus flavus</i> <i>Penicillium</i> spp.
	Prăjitură din semințe	<i>Mucor</i> spp. <i>Cercospora rauwolfiae</i> <i>Meloidogyne</i> <i>incognita</i> <i>Cercospora rauwolfiae</i>
	Pudră de semințe	<i>Erwinia chrysanthemi</i> <i>Fusarium solani</i> <i>Sitophilus oryzae</i>
<i>Boswellia carterii</i>	Ulei essential din rășină Ulei esențial	<i>Lycoriella ingenua</i> <i>Sitophilus oryzae</i> <i>Aedes aegypti</i> <i>Anopheles stephensi</i> <i>Culex quinquefasciatus</i>
<i>Brassica juncea</i> (L.) Czem.	Prăjitură din semințe	<i>Urentius sentis</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Meloidogyne incognita</i> <i>Erwinia chrysanthemi</i> <i>Fusarium solani</i>
<i>Calotropis procera</i> (Ait)	Extract din frunze	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>Lasiodiplodia theobromae</i>
<i>Capsicum annum</i> L.	Ulei esențial (fruct)	<i>Phomopsis azadirachtae</i>
<i>Catharanthus roseus</i> (L.)	Extract din frunze	<i>Alternaria alternata</i> <i>Fusarium oxysporum</i>
<i>Chromolaena odorata</i> (L.)	Extract din frunze	<i>Alternaria alternata</i> <i>Alternaria longipes</i> <i>Curvularia lunata</i>
<i>Crotalaria juncea</i> L.	Prăjitură din semințe	<i>Meloidogyne incognita</i>
<i>Curcuma domestica</i> Val.	Ulei esențial (rădăcină)	<i>Phomopsis azadirachtae</i>
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf	Extract din frunze	<i>Curvularia lunata</i> <i>Fusarium oxysporum</i>
<i>Datura stramonium</i> L.	Extract din semințe	<i>Fusarium oxysporum</i>



<i>Diospyros lotus L.</i>	Extract din frunze	<i>Fusarium oxysporum</i>		
<i>Eucalyptus citridora Hook</i>	Extract din frunze	<i>Cercospora rauwolfiae</i>		
	Ulei esențial (frunze)	<i>Phomopsis azadirachtae</i>		
	Ulei esențial	<i>Sitophilus zeamais</i>		
<i>Foeniculum vulgare L.</i>	Ulei esențial (semințe)	<i>Phomopsis azadirachtae</i>		
	Ulei esențial	<i>Sitophilus zeamais.</i>		
<i>Mentha arvensis DC</i>	Extract din frunze	<i>Bombus californicus</i> <i>Tetranychus macfarlanei</i>		
	<i>Myrtus communis</i>	Ulei esențial (frunze)	<i>Culex quinquefasciatus</i> <i>Aedes aegypti</i> <i>Anopheles stephensi</i> <i>Ephestia kuehniella</i> <i>Plodia interpunctella</i> <i>Acanthoscelides obtectus</i>	
<i>Myristica fragrans Houtt.</i>		Ulei esențial (semințe)	<i>Phomopsis azadirachtae</i>	
<i>Nerium oleander</i>		Extract din frunze	<i>Anopheles stephensi</i>	
		Praf din flori în suspensie	<i>Sitophilus zeamais</i>	
		Extract din plantă (frunze, rădăcină și tulpină)	<i>Ceratovacuna lanigera</i>	
<i>Ocimum basilicum</i>		Ulei esențial (părți aeriene)	<i>Acyrtosiphon pisum</i> <i>Myzus persicae</i>	
	Ulei esențial (planta)	<i>Musca domestica</i>		
	Ulei esențial (frunze)	<i>Culex pipiens</i> <i>Lymantria dispar</i> <i>Sitophilus oryzae</i> <i>Rhyzopertha dominic</i> <i>Cryptolestes pusillus</i>		
		Extract din tulpină	<i>Culex quinquefasciatus</i>	
		<i>Ocimum gratissimum (L.)</i>	Extract din frunze	<i>Pachliopta aristolochiae</i>
		<i>Origanum majorana</i>	Ulei esențial (frunze)	<i>Ephestia kuehniella</i>
	Extract din părțile aeriene		<i>Spodoptera littoralis</i> <i>Musca domestica L</i> <i>Thrips tabaci</i>	
<i>Punica granatum</i>			Extract din pericarpul fructelor	<i>Sitophilus zeamais</i> <i>Tribolium castaneum</i>



		<i>Tetranychus cinnabarinus</i>
	Extract din frunze	
<i>Ricinus communis L.</i>	Prăjitură din semințe	<i>Meloidogyne incognita</i>
<i>Rosa chinensis Jacq.</i>	Extract din flori	<i>Alternaria alternata</i>
<i>Ruta graveolens</i>	Ulei esențial (părți aeriene)	<i>Aedes aegypti</i>
<i>Zingiber officinale Roscoe</i>	Ulei esențial (rădăcină)	<i>Alternaria alternata</i> <i>Fusarium sp.</i>
	Pudră din plantă	<i>Sitophilus zeamais</i>

Alte plante medicinale, precum nicotina, cofeina și eucaliptul, au prezentat efecte promițătoare în practicile agricole. Nicotina face parte din familia alcaloizilor piridinici. Este folosită în agricultură sub formă de săruri de hidrociorură sau sulfat, care sunt extrem de eficiente împotriva afidelor, dar sunt, de asemenea, extrem de toxice pentru animale de companie și oameni [Badhane et al., 2021]. Cafeina a fost aprobată atât ca aditiv alimentar, cât și pentru utilizarea în agricultură, unde s-a dovedit a fi utilă ca insecticid împotriva melcilor și limacșilor, fără a provoca efecte adverse asupra sănătății umane [Hollingsworth et al., 2003]. Eucaliptolul a inhibat germinarea tuberculilor de cartofi și creșterea miceliului fungic. În plus, s-a demonstrat că este eficient ca insecticid și în suprimarea populațiilor de țânțari în nordul Californiei [Wang et al., 2014].

1.3. Rolul plantelor medicinale în domeniul farmaceutic

Din cele mai vechi timpuri și până în zilele noastre, plantele medicinale au reprezentat un rezervor nelimitat pentru dezvoltarea de noi produse farmaceutice/medicamente. Cunoștințele despre proprietățile vindecătoare ale plantelor datează din culturile antice, cum ar fi sumerienii, egiptenii, grecii și romanii. Fără îndoială, Medicina Tradițională Chineză este cel mai longeviv sistem holistic, bazat pe o înțelegere cuprinzătoare a numeroaselor substanțe vegetale, minerale și animale, remedii naturale pentru restabilirea echilibrului și a bunăstării. Un rol semnificativ în transferul de cunoștințe despre remediile pe bază de plante l-a jucat Ayurveda, sistemul medical indigen al Indiei, care se bazează pe formulări derivate din



plante, inclusiv alcaloizi și polifenoli, metaboliți secundari ai plantelor [Chaachouay și Zidane, 2024].

De la descoperirea chininei din arborele de cinchona (*Cinchona officinalis*), un tratament pentru malarie, în secolul al XVII-lea, s-au înregistrat progrese semnificative în domeniul medicamentelor obținute din plante, constatări care au adus contribuții majore la tratamentele antitumorale și antiinfecțioase [Chaachouay și Zidane, 2024].

Compușii naturali au mai multe avantaje, care sunt atribuite în principal rigidității lor moleculare, ce favorizează interacțiunile proteină-proteină, precum și capacității lor de a interveni în funcțiile biologice, ceea ce explică eficacitatea lor în reducerea bolilor infecțioase și a cancerului [Atanasov et al., 2021].

Produsele naturale rămân baza multor produse farmaceutice utilizate astăzi, nu doar ca agenți terapeutici direcți, ci și ca molecule model folosite pentru sinteza și semisinteza medicamentelor [Chaachouay și Zidane, 2024]. Printre cele mai relevante exemple se numără aspirina, cel mai cunoscut și utilizat medicament din lume. Genurile de plante *Salix* și *Populus* sunt sursa acidului salicilic [Desborough și Keeling, 2017].

În tabelul 1.2 va fi rezumată o listă cu cele mai relevante medicamente derivate din plante care au fost utilizate ca tratamente pentru diferite boli.

Tabelul 1.2. Medicamente relevante pe bază de plante utilizate ca terapie în diferite patologii [Chaachouay and Zidane, 2024; Desborough and Keeling, 2017; Calixto, 2019; Krishnamurti and Rao, 2016; Gao et al., 2020; Khaiwa et al., 2021].

Medicament obținut din plante	Planta medicinală - sursă	Anul descoperirii	Efecte farmacologice
Morfina	<i>Papaver somniferum</i>	1806 – Friedrich Serturmer	analgezic
Cafeina	<i>Coffea arabica</i> , <i>Camelia sinensis</i>	1820 - Runge	neuroprotecție
Chinina	<i>Cinchona officinalis</i> L	1820 - Caventou și Pelletier	antimalarie
Colchicina	<i>Colchicum autumnale</i> L.	1820 – Pelletier și Caventou – prima izolare	antigutos, anticancer



		1833 – Phillip Lorenz Geiger – colchicină purificată	
Codeina	<i>Papaver somniferum</i>	1824 – Pierre-Jean Robiquet	analgesic, antitusiv
Berberina	<i>Coptidis rhizoma</i> <i>Berberis vulgaris</i> L. <i>Scutellaria baicalensis</i>	1830 – Buchner și Herberger	Dizenteria bacilară
Atropina	<i>Atropa belladonna</i>	1831 - Mein	anticolinergic
Papaverina	<i>Papaver somniferum</i>	1848 – George Merck Fraz	antispastic
Cocaina	<i>Erythroxylum</i> <i>coca</i> Lam.	1860 - Albert Niemann	anestezic
Scopolamina	<i>Datura metel</i> L.	1880 – Albert Ladenburg	sedativ
Efedrina	<i>Ephedra sinica</i> Stapf	1885 – Nagai – prima izolare	simpatomimetic
Teofilina	<i>Theobroma cacao</i> L.	1888 – Albert Kossel 1895 – Fischer și Ach	diuretic
Digoxin	<i>Digitalis lanata</i>	1869 – Calude- Adolphe Nativelle	cardiotonic
Aspirina	<i>Primul medicament</i> <i>obținut prin sinteză</i>	1897 – Felix Hoffman	Antiinflamator, analgezic, antitrombotic
Curara	<i>Chondrodendron</i> <i>tomentosum</i>	1943 - Winstersteiner și Dutcher	relaxant muscula
Vinblastina	<i>Catharanthus</i> <i>roseus</i> (L.)	1954 – Beer și Noble	anticancer
Vincristina	<i>Catharanthus roseus</i> (L.)	1961 – prima izolare 1963 – aprobarea FDA	anticancer
Camptothecin	<i>Camptotheca</i> <i>acuminata</i>	1966 – Wall și Wani	anticancer
Paclitaxel/ Taxol	<i>Taxus brevifolia</i> Nutt.	1971 – Wani și Wall 1993 – aprobat pentru uz medical	anticancer



Alte medicamente pe bază de plante care au reprezentat piloni esențiali pentru tratamentul diferitelor boli sunt: convallatoxina – cardi tonic (*Convallaria majalis* L.), digitoxina – cardi tonică (*Digitalis purpurea* L.), ouabaina – cardi tonică (*Strophanthus gratus* (Wall. & Hook.) Baill), glaucina – antitusivă (*Glaucium flavum* Crantz), glicirizina – tratament pentru boala Addison (*Glycyrrhiza glabra* L.), reserpina – antihipertensivă (*Rauvolfia serpentina* (L.)), silimarina – antihepatotoxică (*Silybum marianum* (L.)), timol – antifungic topic (*Thymus vulgaris* L.), etc. [Chaachouay și Zidane, 2024].

În ultimii ani, cercetarea farmaceutică s-a îndreptat către investigarea compușilor naturali datorită compoziției lor complexe și a multiplelor efecte farmacologice. Implementarea unor metode moderne de analiză, cum ar fi screening-ul de înaltă capacitate, modelarea computerizată și bioinformatica în analiza medicamentelor derivate din plante, reduce considerabil durata procesului de descoperire și, de asemenea, costurile asociate [Chaachouay și Zidane, 2024].

În acest context, plantele medicinale vor continua să fie o sursă valoroasă pentru medicamente inovatoare. Ca dovadă stă numărul semnificativ de medicamente de origine naturală aprobate de FDA, între 1981-2014: din totalul de 1562, 64 (4%) erau produse naturale nemodificate, 141 (9.1%) erau amestecuri de medicamente botanice, 320 (21%) erau derivate ale produselor naturale, iar 61 (4%) erau medicamente sintetice care conțineau farmacofor din produse naturale [Calixto, 2019].

1.4. Rolul plantelor medicinale în industria alimentară

Adesea, este dificil a se face distincția între utilizările medicinale și cele nutriționale ale plantelor. Ca rezultat, anumite plante pot fi utile doar din punct de vedere nutrițional, fiind folosite ca alimente funcționale sau tonice, în timp ce alte plante pot fi benefice atât din perspectivă nutrițională, cât și medicală [Jennings et al., 2015].

Organizația Mondială a Sănătății a inițiat o tendință către cercetarea integrativă atât în domeniul alimentației, cât și al medicinei, datorită importanței legăturii dintre alimentație și boală [OMS, 2013]. Utilizarea plantelor medicinale ca ingrediente în alimente le conferă o valoare nutrițională suplimentară, cunoscută sub numele de aliment funcțional. În alimentele funcționale, se regăsesc o varietate de substanțe derivate din plante, cum ar fi alcaloizi, fenoli, terpene, flavonoide și multe altele. Ca



rezultat, alimentul conține o valoare nutrițională suplimentară datorită prezenței moleculelor bioactive, oferindu-i un beneficiu adițional [Mirmiran et al., 2014]. Deși are elemente comune cu alimentele convenționale, alimentul funcțional conține o valoare nutrițională suplimentară, motiv pentru care poate fi denumit „îmbunătățit, îmbogățit sau fortificat”. Pâinea, biscuiții și diverse pulberi sau amestecuri utilizate ca suplimente alimentare sunt exemple de alimente care pot conține nutrienți valoroși [Galanakis, 2021].

În prezent, populația acordă mai multă atenție la ceea ce consumă, iar tendința de utilizare a compușilor naturali în medicamente, suplimente alimentare și, chiar, în alimente („produse cu etichetă curată”) câștigă tot mai mult teren.

Datorită multiplilor compuși activi găsiți în compoziția plantelor medicinale, rolurile acestora în industria alimentară sunt variate, precum conservanți, antioxidanți, antimicrobieni, surse de nutrienți și pentru modificări ale caracteristicilor organoleptice. În plus, produsele pe bază de plante sunt recunoscute în general ca fiind sigure (GRAS) și reprezintă alternative excelente pentru aditivii chimici [Nieto, 2020].

Rozmarinul (*Rosmarinus officinalis* L.), formulat ca extract sau ulei esențial, a demonstrat efecte de conservare prin exercitarea unei activități antioxidante și antimicrobiene, în acest context, poate fi încorporat în diverse sisteme alimentare, inclusiv în carne, uleiuri și sosuri [Nieto, 2020]. În plus, extractul de rozmarin a crescut durata de valabilitate a laptelui praf și a altor produse lactate prin inhibarea oxidării [Ivanišová et al., 2021].

Salvia (*Salvia officinalis* L.), o plantă bine cunoscută pentru proprietățile sale culinare, a demonstrat efecte antibacteriene și antioxidante, caracteristici care pot fi utile pentru a crește stabilitatea la stocare a cărnii de pui congelate, ambalate în vid și obținute prin separare mecanică la presiune scăzută [Ivanišová et al., 2021].

Lavanda (*Lavandula angustifolia* L.) este utilizată frecvent în industria alimentară (florile) pentru aromatizarea băuturilor, produselor de panificație, înghețatei, ciocolatei, siropurilor și gelatinei. Prin adăugarea de pulbere de lavandă într-o rețetă de biscuiți, s-a îmbunătățit stabilitatea, capacitatea antioxidantă și conservarea pe termen lung, iar conținutul de nutrienți (polifenoli) a fost de asemenea îmbunătățit [Ivanišová et al., 2021].



Îmbogățirea biscuiților cu mentă (*Mentha piperita* L.) a dus la îmbunătățirea calităților precum potențialul antioxidant, caracteristicile senzoriale și stabilitatea [Ivanišová et al., 2021]. Adăugarea de melisă (*Melissa officinalis* L.) în chiftelele de hamburger a crescut stabilitatea antioxidantă a cărnii [Ivanišová et al., 2021].

Plantele medicinale sunt, de asemenea, incluse în compoziția băuturilor funcționale (băuturi energizante, băuturi pentru sportivi și băuturi funcționale și fortificate – băuturi lactate și pe bază de plante) pentru a spori efectele lor benefice asupra sănătății și proprietățile senzoriale. Cele mai frecvent utilizate produse vegetale în băuturile energizante sunt cafeina și catechina (flavonoid), dar sunt incluși și alți compuși precum ginsengul, guarana, yerba mate, ginkgo și acai. Băuturile pe bază de fructe și smoothie-urile sunt bogate în așa-numitele „superfructe”, precum rodii, goji, chia, acai și mangostan [Maleš et al., 2022].

În afară de efectele descrise mai sus, în alimentele funcționale se adaugă plante medicinale pentru potențialul lor farmacologic, ca efecte antiinflamatorii, antinociceptive, antimicrobiene, antidiabetice, antioxidante, antitumorale, hepatoprotectoare etc, speciile cele mai frecvent utilizate, sunt membrii familiei Lamiaceae. O revizuire extinsă și amănunțită pe acest subiect a fost scrisă de Carovic-Stanko și colab. (2016) [Carovic-Stanko et al., 2016].

1.5. Provocări privind utilizarea plantelor medicinale în agricultură, în domeniul farmaceutic și în industria alimentară

Recoltarea excesivă actuală a plantelor medicinale pentru practicile agricole, pentru dezvoltarea de noi produse farmaceutice, suplimente alimentare și, în industria alimentară, necesită reglementări bine stabilite pentru a asigura o producție durabilă de plante medicinale pentru îndeplinirea cerințelor viitoare [Jiang et al., 2022].

În agricultură, farmacie și nutriție, plantele medicinale au jucat un rol esențial în civilizația umană de-a lungul secolelor. Este important de menționat, totuși, că există mai multe probleme și provocări actuale legate de utilizarea și conservarea acestora în aceste domenii:



- **Pierderea biodiversității.** Ca urmare a distrugerii habitatelor, supracultivării și schimbărilor climatice, multe plante medicinale sunt amenințate. Pierderea biodiversității pune în pericol supraviețuirea acestor plante în viitor [Sen și Samanta, 2015].
- **Recoltarea durabilă.** Este esențial să se asigure o recoltare durabilă a plantelor medicinale. Supracultivarea poate perturba ecosistemele și poate duce la epuizarea populațiilor [Chen et al., 2016].

Pentru o recoltă optimă și durabilă, OMS a propus mai multe recomandări:

- ✓ recoltarea plantelor medicinale trebuie efectuată în sezonul sau perioada optimă de timp pentru producerea de produse din plante de cea mai bună calitate
- ✓ timpul ideal de recoltare (sezonul de vârf și ora din zi) ar trebui să fie selectat pe baza calității și cantității de compuși biologic activi, mai degrabă decât a randamentului vegetativ total al părților dorite de plante medicinale
- ✓ în timpul recoltării, este esențial să se prevină contaminarea, asigurându-se că materii străine, buruienile sau plantele toxice nu se amestecă cu materialele medicinale recoltate
- ✓ recoltarea trebuie făcută în condiții adecvate, evitând roua, ploaia sau umiditatea neobișnuit de mare pentru a preveni deteriorarea potențială din cauza umidității crescute, care poate încuraja fermentația microbiană și creșterea mușchiului
- ✓ uneltele de tăiere, recoltatoarele și alte echipamente trebuie păstrate curate și ajustate corespunzător pentru a minimiza daunele și pentru a preveni contaminarea cu sol și alte materiale
- ✓ pentru a minimiza încărcătura microbiană asupra materialelor vegetale medicinale recoltate, trebuie evitat pe cât posibil contactul cu solul
- ✓ plantele medicinale recoltate trebuie să fie plasate în coșuri curate, saci uscați, remorci, buncăre sau alte containere bine ventilate și mutate într-o locație centrală pentru transport la unitatea de procesare; toate



recipientele folosite în timpul recoltării trebuie păstrate curate și fără orice contaminare de la plantele recoltate anterior sau alte materiale străine

- ✓ părțile alterate din plantele medicinale trebuie detectate și îndepărtate în timpul recoltării, inspecțiilor post-recoltare și procesării, pentru a preveni contaminarea microbiană și pentru a păstra calitatea produsului [OMS, 2003].

- **Cultivarea și domesticirea.** Cultivarea și domesticirea plantelor medicinale sunt esențiale pentru a reduce presiunea asupra populațiilor sălbatice. Astfel, poate fi posibil să se asigure o aprovizionare constantă și o calitate a materialelor vegetale medicinale [Ramawat și Arora, 2021].

Plantele medicinale posedă proprietăți biologice unice, ceea ce necesită o îngrijire sporită și un bun management pentru cultivarea lor [Jiang et al., 2022].

În acest context, OMS a formulat câteva recomandări privind procesul de cultivare a plantelor medicinale:

- ✓ aplicarea tehnicilor optime de agricultură de conservare, ca sisteme „fără arătură”
- ✓ selectarea locului de cultivare se face luând în considerare variabilele ecologice și geografice, culturile anterioare care au fost plantate și agenții de protecție a plantelor utilizați
- ✓ condițiile climatice au un impact semnificativ asupra caracteristicilor fizice, chimice și biologice ale plantelor; prin urmare, factori precum durata luminii solare, precipitațiile medii și temperatura - împreună cu variațiile de temperatură de zi și noapte - ar trebui analizați în prealabil
- ✓ solul trebuie să aibă un nivel adecvat de nutrienți, materie organică și alte elemente esențiale pentru a susține creșterea optimă și calitatea plantelor medicinale. Condițiile ideale de sol - cum ar fi tipul de sol, drenajul, reținerea umidității, fertilitatea și pH-ul - vor depinde de specia specifică de plante medicinale și de partea de plantă destinată utilizării
- ✓ toți agenții de fertilizare trebuie să fie folosiți în mod judicios și adaptați nevoilor specifice ale speciilor de plante medicinale și capacității de



susținere a solului; acești agenți ar trebui aplicați într-un mod care să reducă levigarea solului

- ✓ irigarea și drenajul trebuie gestionate în funcție de cerințele specifice fiecărei specii de plante medicinale în diferitele sale stadii de creștere
- ✓ practicile de management pe teren ar trebui să fie ghidate de caracteristicile de creștere și de dezvoltare ale fiecărei plante medicinale și ale părții specifice ale plantei destinate uzului medicinal
- ✓ intervenții în timp util, cum ar fi tăierea, tăierea mugurilor, curățarea crengilor și umbrirea pot fi utilizate pentru a regla creșterea și dezvoltarea plantelor, în cele din urmă îmbunătățind calitatea și cantitatea materialului de plante medicinale produs [OMS, 2003; Marcelino et al., 2023].

- **Controlul calității.** În industriile farmaceutice și de medicină vegetală, controlul calității este deosebit de important. Pentru a asigura siguranța și eficacitatea produselor derivate din plante medicinale, cum ar fi suplimentele pe bază de plante, standardizarea este necesară [Efferth și Greten, 2012].

Controlul calității produselor din plante medicinale ar trebui efectuat în conformitate cu ghidurile de bune practici, în vigoare, inclusiv bunele practici agricole (GAP), bunele practici de laborator (BPL), bunele practici de fabricație (GMP) și bunele practici de studii clinice (GCTP) prin aplicarea unor metode specifice standardizate [Efferth și Greten, 2012]. Mai mult decât atât, Agenția Europeană a Medicamentului (EMA) a publicat o versiune recentă (în 2022) a Calității produselor medicinale din plante/produselor medicinale tradiționale din plante - Ghid științific [EMA, 2022].

- **Cadrelle de reglementare.** Există o gamă largă de reglementări referitoare la utilizarea și vânzarea plantelor medicinale în diferite țări. Armonizarea acestor reglementări și asigurarea unui echilibru adecvat între siguranță și accesibilitate reprezintă provocări semnificative [Thakkar et al., 2020].
- **Cercetarea farmacologică.** Validarea eficacității și siguranței plantelor medicinale tradiționale rămâne o sarcină provocatoare. Este necesară o



cercetare suplimentară asupra compușilor activi și a potențialelor lor interacțiuni cu produsele farmaceutice moderne [Süntar, 2020].

Se poate concluziona că plantele medicinale vor continua să joace un rol important în agricultură, farmacie și nutriție. Pentru a asigura disponibilitatea lor durabilă și utilizarea responsabilă, respectând în același timp cunoștințele tradiționale și conservând biodiversitatea, este imperativ să abordăm problemele actuale legate de utilizarea și conservarea acestora. Colaborarea între guvern, cercetători, părți interesate din industrie și comunitățile locale este esențială pentru a face față acestor provocări.

Bibliografie

- Amrollahi-Sharifabadi, M., Rezaei Orimi, J., Adabinia, Z., Shakeri, T., Aghabeiglooei, Z., Hashemimehr, M., & Rezghi, M. (2024). Avicenna's views on pest control and medicinal plants he prescribed as natural pesticides. Avicennas Ansichten zur Schädlingsbekämpfung und zu von ihm verschriebenen Heilpflanzen als natürliche Pestizide. *Wiener medizinische Wochenschrift (1946)*, 174(13-14), 279–287.
- Atanasov, A.G., Zotchev, S.B., Dirsch, V.M., International Natural Product Sciences Taskforce, & Supuran, C. T. (2021). *Natural products in drug discovery: advances and opportunities*. *Nature reviews. Drug discovery*, 20(3), 200–216
- Badhane, G., Solomon, K., and Venkata M.R. (2021). *Bioinsecticide Production from Cigarette Wastes*. *International Journal of Chemical Engineering.*, 2021: 4888946
- Calixto, J.B. (2019). *The role of natural products in modern drug discovery*. *Biological Sciences An. Acad. Bras. Ciênc.*, 91(3).
- Carovic-Stanko, K., Petek, M., Grdisa, M., Pintar, J., Bedekovic, D., Herak Custic, M., Satoviic, Z. (2016). *Medicinal Plants of the Family Lamiaceae as Functional Foods – a Review*. *Czech J. Food Sci.*, 34, (5), 377–390.
- Chaachouay, N., & Zidane, L. (2024). *Plant-Derived Natural Products: A Source for Drug Discovery and Development*. *Drugs Drug Candidates*, 3(1), 184-207.
- Chen, S. L., Yu, H., Luo, H. M., Wu, Q., Li, C. F., & Steinmetz, A. (2016). *Conservation and sustainable use of medicinal plants: problems, progress, and prospects*. *Chinese medicine*, 11, 37.



- Cheraghi Niroumand, M., Farzaei, M. H., Karimpour Razkenari, E., Amin, G., Khanavi, M., Akbarzadeh, T., & Shams-Ardekani, M. R. (2016). An Evidence-Based Review on Medicinal Plants Used as Insecticide and Insect Repellent in Traditional Iranian Medicine. *Iranian Red Crescent medical journal*, 18(2), e22361.
- Dar, R.A., Shahnawaz, M., Qazi, P.H. (2017). *General overview of medicinal plants: A review. The Journal of Phytopharmacology*, 6(6), 349-351.
- Desborough, M. J. R., & Keeling, D. M. (2017). *The aspirin story - from willow to wonder drug. British journal of haematology*, 177(5), 674–683.
- Dordas, C. (2008). *Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. Agronomy for Sustainable Development.*, 28, 33–46.
- Efferth, T., Greten, H.J. (2012). *Quality control for medicinal plants. Medicinal & aromatic plants.*, 1(07), 2167-0412.
- European Medicines Agency (EMA). (2022). *Quality of herbal medicinal products/traditional herbal medicinal products - Scientific guideline. Available online: <https://www.ema.europa.eu/en/quality-herbal-medicinal-products-traditional-herbal-medicinal-products-scientific-guideline>*
- Gahukar, R.T. (2012). *Evaluation of plant-derived products against pests and diseases of medicinal plants: A review. Crop Protection*, 42, 202-209.
- Galanakis, C.M. (2021). *Functionality of Food Components and Emerging Technologies. Foods.*, 10(1), 128.
- Gao, Y., Wang, F., Song, Y., & Liu, H. (2020). *The status of and trends in the pharmacology of berberine: a bibliometric review [1985-2018]. Chinese medicine*, 15, 7
- Hollingsworth, R.G., Armstrong, J.W., Campbell, E. (2002). *Caffeine as a repellent for slugs and snails. Nature.*, 417(6892), 915-6.
- Ivanišová, E., Kačániová, M., A. Savitskaya, T., & D. Grinshpan, D. (2021). *Medicinal Herbs: Important Source of Bioactive Compounds for Food Industry. IntechOpen.*
- Jennings, H. M., Merrell, J., Thompson, J. L., & Heinrich, M. (2015). Food or medicine? The food-medicine interface in households in Sylhet. *Journal of ethnopharmacology*, 167, 97–104.



- Jiang, L., Chen, Y., Wang, X., Guo, W., Bi, Y., Zhang, C., Wang, J., & Li, M. (2022). *New insights explain that organic agriculture as sustainable agriculture enhances the sustainable development of medicinal plants. Frontiers in plant science*, 13, 959810.
- Khaiwa, N., Maarouf, N. R., Darwish, M. H., Alhamad, D. W. M., Sebastian, A., Hamad, M., Omar, H. A., Orive, G., & Al-Tel, T. H. (2021). *Camptothecin's journey from discovery to WHO Essential Medicine: Fifty years of promise. European journal of medicinal chemistry*, 223, 113639.
- Krishnamurti, C., & Rao, S. C. (2016). The isolation of morphine by Serturmer. *Indian journal of anaesthesia*, 60(11), 861–862.
- Maleš, I., Pedisic, S., Zoric, Z., Elez-Garofulic, I., Repajic, M., You, L., Vladimirknezevic, S., Butorac, D., Dragovic-Uzelac, V. (2022). *The medicinal and aromatic plants as ingredients in functional beverage production. Journal of Functional Foods*, 96, 105210.
- Marcelino, S., Hamdane, S., Gaspar, P.D., Paco, A. (2023). *Sustainable Agricultural Practices for the Production of Medicinal and Aromatic Plants: Evidence and Recommendations. Sustainability*, 15(19), 14095.
- Mathur, S., Hoskins, C. (2017). *Drug development: Lessons from nature. Biomed Rep.*, 6(6), 612-614.
- Mirmiran, P., Bahadoran, Z., & Azizi, F. (2014). *Functional foods-based diet as a novel dietary approach for management of type 2 diabetes and its complications: A review. World journal of diabetes*, 5(3), 267–281
- Nieto G. (2020). *How Are Medicinal Plants Useful When Added to Foods?. Medicines (Basel, Switzerland)*, 7(9), 58.
- Nxumalo, K.A., Aremu, A.O., Fawole, O.A. (2021). *Potentials of Medicinal Plant Extracts as an Alternative to Synthetic Chemicals in Postharvest Protection and Preservation of Horticultural Crops: A Review. Sustainability*, 13, 5897.
- Pathania, P., Rajta, A., Singh, P.C., Bhatia, R. (2020). *Role of plant growth-promoting bacteria in sustainable agriculture. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology.*, 30, 101842.
- Petroski, R. J., & Stanley, D. W. (2009). *Natural compounds for pest and weed control. Journal of agricultural and food chemistry*, 57(18), 8171–8179.



Co-funded by
the European Union



Phokwe, O. J., & Manganyi, M. C. (2023). Medicinal Plants as a Natural Greener Biocontrol Approach to "The Grain Destructor" Maize Weevil (*Sitophilus zeamais*) Motschulsky. *Plants (Basel, Switzerland)*, 12(13), 2505.

Ramawat, K.G., Arora, J. (2021). *Medicinal plants domestication, cultivation, improvement, and alternative technologies for the production of high value therapeutics: an overview. Medicinal Plants: Domestication, Biotechnology and Regional Importance.*, 1-29.

Sen, T., Samanta, S.K. (2015). *Medicinal plants, human health and biodiversity: a broad review. Biotechnological applications of biodiversity*, 59-110.

Sofowora, A., Ogunbodede, E., & Onayade, A. (2013). *The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. African journal of traditional, complementary, and alternative medicines : AJTCAM*, 10(5), 210–229.

Süntar, I. (2020). *Importance of ethnopharmacological studies in drug discovery: role of medicinal plants. Phytochemistry Reviews.*, 19(5), 1199-209.

Thakkar, S., Anklam, E., Xu, A., Ulberth, F., Li, J., Li, B., Hugas, M., Sarma, N., Crerar, S., Swift, S., Hakamatsuka, T., Curtui, V., Yan, W., Geng, X., Slikker, W., & Tong, W. (2020). *Regulatory landscape of dietary supplements and herbal medicines from a global perspective. Regulatory toxicology and pharmacology : RTP*, 114, 104647

Wang, Y., You, C. X., Wang, C. F., Yang, K., Chen, R., Zhang, W. J., Du, S. S., Geng, Z. F., & Deng, Z. W. (2014). *Chemical constituents and insecticidal activities of the essential oil from Amomum tsaoko against two stored-product insects. Journal of oleo science*, 63(10), 1019–1026.

World Health Organization. (2003). *WHO Guidelines on Good Agricultural and Collection Practices (GACP) for Medicinal Plants*; World Health Organization: Geneva, Switzerland.

Available online: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42783/9241546271.pdf?sequence=1>

World Health Organization. WHO Traditional Medicine Strategy: 2014-2023. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

Yadav, A.N. (2020). *Current Research and Future Challenges. Plant Microbiomes for Sustainable Agriculture.*



Capitolul 2. Caracterizarea botanică și utilizarea plantelor medicinale (Balicevic R, Ravlic M)

2.1. Introducere

Identificarea corectă și caracterizarea botanică reprezintă primul și cel mai crucial pas în utilizarea oricărei specii de plante. O identificare corectă și o bună cunoaștere a plantelor sunt esențiale pentru progresul producției agricole, descoperirea de noi fitochimicale și medicamente, controlul calității produselor medicinale și descoperirea și dezvoltarea de noi ingrediente active utilizate ca bioerbicide [Wäldchen și Mäder, 2018; Kellog et al., 2019; Šćepanović et al., 2021; Erhatic et al., 2023]. Instrumentele de identificare includ diverse metode, de la identificarea botanică sau morfologică tradițională a unei specii de plante, la utilizarea de instrumente digitale sau metode mai detaliate, cum ar fi obținerea profilului chimic al plantelor și metodele genetice.

Identificarea tradițională a plantelor include identificarea bazată pe caracteristicile morfologice utilizând diferite instrumente. Acestea includ diverse atlase de plante, ghiduri și ierbare, precum și chei dichotomice care permit identificarea plantelor folosind caracteristici taxonomice (Figura 2.1). Cheile dichotomice permit identificarea până la nivel de specie, împărțind continuu grupurile de organisme în două categorii în funcție de caracteristicile cheie. Toate aceste instrumente facilitează identificarea plantelor pe baza caracteristicilor macroscopice, cum ar fi fructele, florile și frunzele, care sunt cel mai frecvent folosite pentru identificarea până la nivel de gen și specie [Drouet et al., 2018; Kellog et al., 2019].



Co-funded by
the European Union

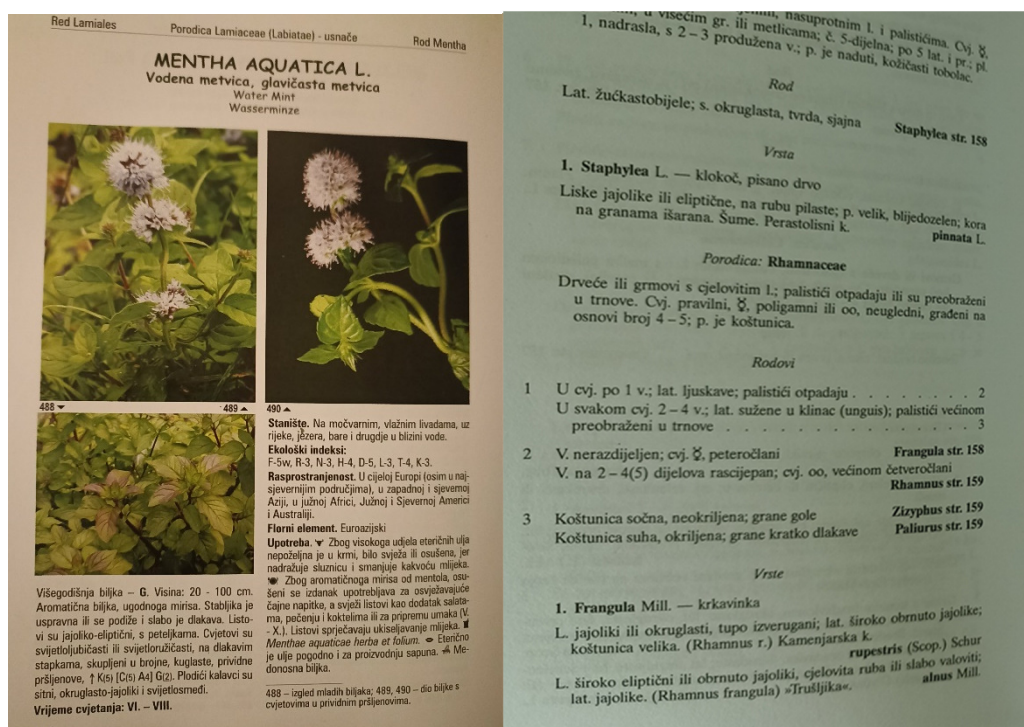


Figura 2.1. Identificarea tradițională a speciilor de plante utilizând atlase și chei dichotomice.

Pentru identificare, se utilizează atât material vegetal proaspăt, cât și uscat, cum ar fi speciile de ierbar. Identificarea macroscopică include observații asupra frunzelor, cum ar fi tipul de frunză (de exemplu, simplă sau compusă), forma frunzei (de exemplu, ovată, lanceolată, liniară, cordată), aranjamentul frunzelor (de exemplu, opus, alternativ), dimensiunea, culoarea sau marginea frunzei (de exemplu, întreagă, dințată, lobată etc.).

De asemenea, pot fi făcute observații pe baza florilor (de exemplu, formă, culoare, număr de stamine etc.), forma inflorescenței (de exemplu, umbelă, spic, racem), tipul rădăcinilor (de exemplu, bulb etc.), precum și tipul, forma și dimensiunea organelor generative, cum ar fi fructele și semințele (Figura 2.2). Pe lângă observațiile macroscopice, observațiile microscopice ale elementelor anatomice sunt frecvent utilizate pentru a confirma identificarea anumitor specii de plante [Costea et al., 2019; Kellog et al., 2019].



Figura 2.2. Fructe, semințe și frunze de plante pentru identificarea botanică.

Identificarea plantelor poate fi laborioasă și consumatoare de timp, necesită cunoștințe avansate despre morfologia și anatomia plantelor și poate fi un proces provocator din cauza variabilității morfologice mari și a similarității dintre speciile de plante, în special cele care aparțin genurilor cu un număr vast de specii. Prin urmare, recent, pentru o identificare mai rapidă a speciilor de plante, sunt disponibile numeroase instrumente digitale, cum ar fi bazele de date online și aplicații web și mobile [Wäldchen și Mäder, 2018; Hart et al., 2023]. Principalele avantaje ale acestor metode de identificare includ disponibilitatea largă, caracteristicile prietenoase cu utilizatorul și rapiditatea.

Aplicațiile pentru identificarea plantelor pot fi utile experților pentru a confirma suplimentar identitatea unei plante sau pentru a ajuta la identificarea speciilor care sunt în afara domeniului lor de expertiză [Grgić, 2023; Hart et al., 2023]. Cu toate acestea, principalul dezavantaj este acuratețea identificării până la nivel de specie. Deși anumite aplicații pot identifica speciile de plante la nivel de familie sau gen cu 100% acuratețe, identificarea speciilor nu este foarte adesea precisă și adecvată, necesitând o confirmare suplimentară din partea experților [Otter et al., 2021; Grgić, 2023]. Prin urmare, utilizarea instrumentelor digitale poate ajuta semnificativ în identificarea botanică, dar nu ar trebui să fie singura metodă de identificare, în special



pentru confirmarea speciilor, deoarece identificările greșite pot duce la utilizarea unor produse ineficiente și/sau nesigure.

Pe lângă examinarea botanică, pot fi utilizate și alte tehnici pentru caracterizarea și autentificarea materialelor vegetale, cum ar fi codificarea ADN-ului și caracterizarea constituenților chimici [Kellog et al., 2019]. Constituenții chimici importanți sunt identificați și cuantificați în timpul screening-ului fitochimic pentru a confirma și autentifica materialele botanice, a diferenția chemotipurile din cadrul speciilor, precum și a detecta adulterările în materiale. Se folosesc mai multe metode, cum ar fi spectrometria de masă (MS), cromatografia gazoasă (GS) și cromatografia de lichide de înaltă performanță (HPLC) [Drouet et al., 2018; Kellog et al., 2019]. De asemenea, plantele pot fi identificate utilizând tehnici moleculare, cum ar fi analiza markerilor moleculari. Markerii moleculari pot ajuta la diferențierea a două specii, totuși principala constrângere a utilizării lor este incapacitatea de a evalua conținutul de molecule active comparativ cu profilul și analiza fitochimică [Drouet et al., 2018].

Creșterea culturilor este inevitabil însoțită de apariția buruienilor, care concurează cu culturile pentru lumină, nutrienți, umiditate și spațiu, cauzând reduceri în cantitatea recoltei sau distrugerea completă a acesteia. Buruienile reduc, de asemenea, calitatea culturilor, adăpostesc dăunători și boli și cresc costurile de producție. Agricultură modernă se bazează, în principal, pe utilizarea erbicidelor chimice pentru gestionarea buruienilor, datorită eficienței lor ridicate, aplicării simple și cost-eficienței. Cu toate acestea, aplicarea necorespunzătoare și excesivă a erbicidelor chimice poate cauza numeroase probleme, cum ar fi apariția populațiilor rezistente la erbicide, reziduuri de erbicide în lanțul alimentar și efecte adverse asupra mediului, sănătății umane și sănătății animalelor [Macías et al., 2003; Singh et al., 2003].

În plus, interzicerea frecventă a ingredientelor active din erbicidele chimice, lipsa produselor de protecție a plantelor înregistrate și restricțiile privind aplicarea erbicidelor sintetice în sistemele agricole organice, precum și în zonele protejate, necesită o abordare diferită în gestionarea buruienilor. Aplicarea unor măsuri alternative pentru controlul buruienilor, non-chimice și ecologice, care minimizează și



depășesc problemele menționate anterior, este esențială. Un astfel de instrument alternativ pentru gestionarea sustenabilă a buruienilor este alelopatia.

Alelopatia este un fenomen biologic și reprezintă efectul direct sau indirect, dăunător sau benefic al unei specii de plantă (donator) asupra germinării, fixării și creșterii alteia (receptor) prin producția și eliberarea de compuși chimici (substanțe alelochimice) în mediu [Rice, 1984]. Substanțele alelochimice, care sunt în principal metaboliți secundari ai plantelor, sunt prezente în toată planta și în diverse părți ale acesteia, cum ar fi rădăcinile, rizomii, tulpinile, frunzele, scoarța, florile, fructele și semințele, în diverse concentrații, și sunt eliberate atât în sistemele naturale, cât și în agroecosisteme prin exudarea rădăcinilor, volatilizare, levigare sau descompunerea materialului vegetal [Weston și Duke, 2003].

Alelopatia și interacțiunile alelopatice joacă un rol important în sistemele agricole, influențând apariția și compoziția florei de buruieni, precum și creșterea și randamentul culturilor [Alam et al., 2001]. În sistemele agricole, alelopatia poate fi utilizată în diverse moduri pentru a controla buruienile. Culturile alelopatice cu un efect erbicid substanțial pot fi implementate în sistemele organice, unde controlul chimic al ierburilor nu este permis, sau ca măsură suplimentară în sistemele integrate de gestionare a buruienilor, sub formă de extracte apoase sau uleiuri esențiale, adică bioerbicide naturale, în rotația culturilor, ca plante de acoperire, genotipuri de culturi cu abilități mari de suprimare a buruienilor, ca mulci, sau încorporate ca resturi și pulberi [Singh et al., 2001; Ghafari et al., 2018; Šćepanović et al., 2021]. În mod similar, potențialul alelopativ pozitiv ar putea fi exploatat sub formă de biostimulatori pentru a promova creșterea culturilor, competiția cu buruienile și randamentul culturilor [Bhadha et al., 2014; Baličević et al., 2018]. Înțelegerea mecanismelor interacțiunilor alelopatice și a factorilor care influențează potențialul alelopativ al plantelor poate ajuta la optimizarea producției agricole și conservarea biodiversității [Narwal și Tauro, 2000; Scavo et al., 2022].

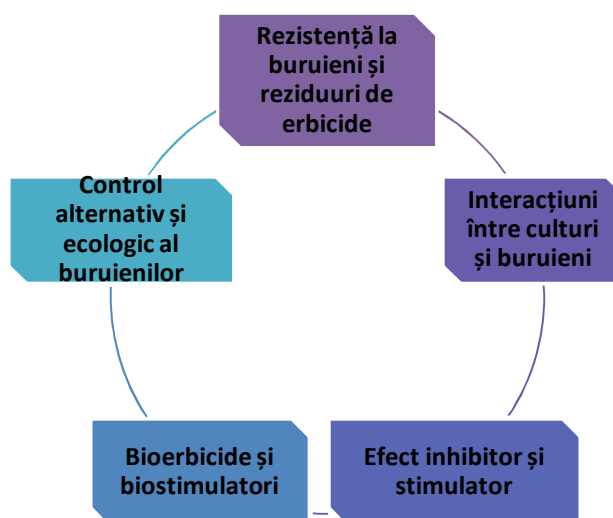


Figura 2.3. Aplicarea alelopatei în agroecosisteme.

2.2. Factorii care influențează potențialul alelopativ al plantelor

Metaboliții secundari bioactivi ai plantelor (substanțe alelochimice) sunt prezenți în diverse concentrații în toate plantele și părțile acestora [Alam et al., 2001]. Speciile de plante, inclusiv plantele medicinale, din diferite familii botanice, atât cultivate, cât și sălbatice, reprezintă o sursă importantă de compuși bioactivi pentru dezvoltarea de bioerbicide noi, sigure și biodegradabile [Bhowmik și Indjerit, 2003; Fujii et al., 2003; Amini et al., 2016]. Speciile din familia Brassicaceae, cum ar fi muștarul alb (*Sinapis alba*), ridichea (*Raphanus sativus*) și camelina (*Camelina sativa*), au demonstrat un potențial erbicid puternic asupra germinării și creșterii buruienilor invazive, cum ar fi ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*), fiind detectați 15 compuși fenolici în extractele lor apoase, precum aldehydele fenolice (vanilina), acizii hidroxi-benzoici (acidul clorogenic, acidul vanilic, acidul sirinfinic) și acizii hidroxi-cinnamici (acidul cafeic, acidul ferulic) [Šćepanović et al., 2021].

Aniya et al. (2020) au analizat 50 de plante medicinale pentru potențialul lor alelopativ împotriva salatei verzi (*Lactuca sativa*) și au descoperit că fructul de anason stelat (*Illicium verum*, Schisandraceae), frunza de tămâiță prunoasă (*Chenopodium glaucum*, Amaranthaceae) și fructul de *Physalis* chinezesc (*Physalis alkekengi*, Solanaceae) se numără printre speciile cu cel mai mare potențial inhibitor asupra elongării radiclei și hipocotilului la răsaduri. Efectul alelopativ a patru specii de plante



medicinale—chia (*Salvia hispanica*, Lamiaceae), chimion negru (*Nigella sativa*, Ranunculaceae), pelin (*Artemisia absinthium*, Asteraceae) și urzică (*Urtica dioica*, Urticaceae)—asupra germinării semințelor și caracteristicilor de creștere ale ardeiului (*Capsicum annuum*), spanacului (*Spinacia oleracea*) și salatei a fost studiat de Erhatic et al. (2023).

Compoziția fitochimică a relevat prezența unei varietăți de compuși chimici în diverse concentrații, cum ar fi epicatechin, acidul quinic, acidul cafeic, esculetina, acidul cinamic, acidul galic și kaempferol, în timp ce urzica și pelinul au avut cel mai mare potențial negativ asupra germinării speciilor testate.

Apele aromatice (hidrolate sau hidrosoli) de chiparos (*Cupressus sempervirens*, Cupressaceae) și două specii din familia Lamiaceae, respectiv rozmarin (*Rosmarinus officinalis*) și salvie (*Salvia officinalis*), au inhibat germinarea semințelor a trei varietăți de salată cu până la 100% comparativ cu grupul de control în studiul realizat de Politi et al. (2022). Alte specii de plante promițătoare cu efect alelopativ și erbicid, care aparțin familiei Lamiaceae, includ salvia de câmp (*Salvia pratensis*) [Ravlić et al., 2023a; Županić, 2023], busuiocul (*Ocimum basilicum*), melisa (*Melissa officinalis*) [Petrova et al., 2015; Amini et al., 2016; Sarić-Krsmanović et al., 2019; Ravlić et al., 2022a], lavanda (*Lavandula angustifolia*), menta (*Mentha × piperita*), menta cu aromă de măr (*Mentha suaveolens*), salvia de pădure (*Salvia nemorosa*), salvia rusă (*Salvia abrotanoides*), cimbrul comun (*Thymus vulgaris*) și oregano (*Origanum vulgare*) [Amini et al., 2016; Mirmostafae et al., 2020].

Speciile de plante din familia Apiaceae, cum ar fi pătrunjelul (*Petroselinum crispum*) [Ravlić et al., 2014], feniculul (*Foeniculum vulgare*) [Ravlić et al., 2016], mărarul (*Anethum graveolens*), chimenul (*Cuminum cyminum*), anasonul (*Pimpinella anisum*) [Mirmostafae et al., 2020] și leușteanul (*Levisticum officinale*) [Lucić et al., 2018] sunt de asemenea candidați promițători ca surse potențiale de molecule bioactive pentru utilizarea în protecția plantelor.

Extractele apoase și pulberile de virnanț (*Ruta graveolens*, Rutaceae), precum și soluțiile rezultate în urma eluției din fructe și frunze, și uleiurile esențiale obținute din frunze, au fost raportate ca având un potențial inhibitor semnificativ atât asupra



culturilor, cât și asupra buruienilor [Makkizadeh et al., 2009; Amini et al., 2016; Ravlić et al., 2016; Mirmostafae et al., 2020].



Figura 2.4. Factorii care afectează potențialul alelopatic și erbicid al plantelor.

Potențialul alelopatic al speciilor de plante donatoare selectate depinde de mulți factori. Activitatea este influențată de concentrație sau dozaj, partea plantei, metoda de extracție și dacă materialul vegetal este proaspăt sau uscat, dar depinde, de asemenea, semnificativ de speciile țintă, deoarece acestea diferă în sensibilitate [Fujii et al., 2003; Norsworthy, 2003; Souza Filho et al., 2009; Ravlić et al., 2016; Aniya et al., 2020; Ravlić et al., 2022a].

De obicei, potențialul alelopatic este dependent de concentrație sau doză, concentrațiile mai mari având un efect negativ mai puternic și adesea inhibând complet sau întârziind germinarea sau având efecte dăunătoare asupra creșterii rădăcinilor și lăstarilor [Šćepanović et al., 2021; Erhatic et al., 2023]. În plus, nu este neobișnuit ca, concentrațiile foarte mici (de exemplu, 0.1% până la 2%) sau dozele să stimuleze și să promoveze creșterea speciilor testate [Baličević et al., 2018; Šćepanović et al., 2021]. Extractele apoase de salvie de câmp (*S. pratensis*) în concentrații mici (1% și 2.5%) au stimulat semnificativ lungimea lăstarilor de salată cu 33% și 38.9% comparativ cu grupul de control [Županić, 2023].

Părțile plantelor conțin substanțe alelochimice în diverse concentrații, ceea ce este legat de potențialul lor alelopatic diferit [Scavo et al., 2022]. De exemplu, Amini et



al. (2016) au raportat că stigmatul și stilul șofranului (*Crocus sativus*) au redus radiculul și hipocotilul plantelor de salată într-o măsură mai mare comparativ cu frunzele, în timp ce floarea de isop (*Hyssopus angustifolius*) a stimulat creșterea în lungime a hipocotilului, contrar activității inhibitorii a frunzei. Uleiul esențial de lavandă (*L. angustifolia*) extras din flori a arătat o scădere mai mare a germinării semințelor și a parametrilor de creștere ai răsadurilor speciilor testate comparativ cu uleiul esențial obținut din frunze [Mirmostafae et al., 2020]. Frunzele sunt cel mai adesea părțile plantelor cu cel mai mare potențial negativ. Potrivit lui Ravlić et al. (2019), efectul inhibitor al tulpinilor demărul lupului (*Aristolochia clematitis*), de luminiță (*Oenothera biennis*) și de macde câmp (*Papaver rhoeas*) a fost mai puțin pronunțat comparativ cu frunzele.

Potențialul alelopativ depinde de utilizarea materialelor vegetale proaspete sau uscate și de metoda de extracție a alelochimicalelor (extracte apoase, etanolice, metanolice sau hidroalcoolice, reziduuri, uleiuri esențiale). Potrivit lui Ravlić et al. (2022a), extractele apoase din material vegetal proaspăt au arătat un potențial negativ mai scăzut comparativ cu extractele din material uscat. Materialul vegetal uscat a inhibat germinarea și creșterea speciilor de buruieni de până la 100%. De asemenea, extractele apoase din biomasa uscată de pătrunjel (*P. crispum*) au inhibat complet germinarea urdei vacii (*Lepidium draba*), spre deosebire de extractele din biomasa proaspătă [Ravlić et al., 2014]. Silva et al. (2014) au înregistrat, pe de altă parte, un efect fitotoxic mai mare al compușilor volatili din frunzele proaspete comparativ cu frunzele uscate a doi arbuști din familia Asteraceae asupra creșterii răsadurilor de salată și ceapă (*Allium cepa*). Conform lui Kato-Noguchi (2003), reziduurile uscate de melisa (*M. officinalis*) au inhibat germinarea meișorului (*Digitaria sanguinalis*) cu până la 30.0%, iar lungimile rădăcinilor și lăstarilor au fost reduse cu peste 50.0%. Studiul lui Sadeqifard et al. (2022) a raportat efectul compușilor volatili din 123 de plante medicinale și aromatice. Rezultatele au relevat că frunzele de mușcată parfumată (*Pelargonium graveolens*), florile de lavandă (*L. angustifolia*) și frunzele unei specii de salvie din Iordania (*Salvia ceratophylla*) au avut cel mai mare efect inhibitor asupra creșterii radiculilor de salată (100% inhibare comparativ cu controlul). Cel mai mare



efect asupra inhibării creșterii hipocotilului a fost observat cu tulpinile de *Echinophora platyloba*, o specie medicinală și aromatică din familia Apiaceae.

Uleiurile esențiale și componentele acestora au fost raportate ca având activitate alelopatică și erbicidală. În studiul realizat de Sarić-Krsmanović et al. (2019), uleiurile esențiale de busuioc (*O. basilicum*), salvie (*S. officinalis*), cimbru (*T. vulgaris*), melisa (*M. officinalis*) și splinuța (*Solidago virgaurea*) au fost evaluate pentru potențialul lor erbicid împotriva germinării și creșterii frunzelor de teișor sau floarea-crucii (*Abutilon theophrasti*). Rezultatele au arătat că, odată cu creșterea concentrației de ulei esențial, atât germinarea, cât și creșterea răsadurilor de teișor au scăzut, iar uleiurile esențiale studiate pot fi considerate alternative ca potențiali compuși alelochimici cu efect erbicid utilizat în controlul buruienilor ca bioerbicide.

Mirmostafae et al. (2020) au examinat efectele inhibitorii ale 112 uleiuri esențiale și amestecurile acestora folosind metoda discului de bumbac (cotton swab). Experimentul a inclus diferite organe ale plantelor (rădăcină, rizom, frunză, floare etc.) din 97 de specii de plante aromatice și medicinale aparținând a 16 familii botanice. Uleiul esențial de oregano (*O. vulgare*) s-a dovedit a fi cel mai puternic inhibitor al creșterii, precum și alte specii din familiile Lamiaceae, Geraniaceae și Apiaceae.

Conform lui Souza Filho et al. (2009), extractele hidroalcoolice au avut un potențial negativ mai mare asupra germinării semințelor comparativ cu uleiurile esențiale. De asemenea, diferențele între efectul alelopatic al extractelor apoase și al pudrelor vegetale sunt adesea raportate (Ravlić et al., 2016, 2022a). Sekine et al. (2020) au comparat două metode, metoda sandwich și metoda dish pack, pentru a evalua efectul alelopatic al soluțiilor rezultate în urma eluției și compușilor volatili din 53 de condimente și ierburi asupra creșterii răsadurilor de salată. Activitatea inhibitorie a variat între metode, soluțiile rezultate în urma eluției lapătrunjel (*Petroselinum sativum*) și compușii volatili de chimen (*Carum carvi*) și mărar (*Anethum graveolens*) având cel mai mare efect inhibitor.

Diferențele în susceptibilitatea speciilor față de potențialul alelopatic al speciilor donatoare sunt raportate în majoritatea studiilor [Baličević et al., 2018; Scavo et al., 2022; Erhatic et al., 2023], precum și diferitele sensibilități între diversele genotipuri ale aceleiași specii [Politi et al., 2022]. Aniya et al. (2019) au concluzionat că ghizdeiul



(*Lotus corniculatus*) a fost cea mai sensibilă specie la acidul shikimic, principalul compus găsit în fructele anasonului stelat (*I. verum*), comparativ cu alte specii de test, precum trifoiul roșu (*Trifolium pratense*), trifoiul alb (*Trifolium repens*) și lucerna (*Medicago sativa*).

Extractele de *Aloe vera* (L.) Burm. F., conform lui Baličević et al. (2018), au redus germinarea, lungimea rădăcinilor și a tulpinilor, precum și greutatea proaspătă și uscată a răsadurilor de orz (*Hordeum vulgare*), stimulând în același timp toți parametrii de creștere ai dovleacului de ulei (*Cucurbita pepo* L. var. *oleifera*). Unul dintre principalii factori care influențează sensibilitatea speciilor la activitatea alelopativă este dimensiunea semințelor speciilor testate, precum și capacitatea acestora de a metaboliza substanțele alelochimice [Vidotto et al., 2013; Bibi et al., 2023].

Potențialul fitotoxic al extractelor de plante și al uleiurilor esențiale este influențat de factori de mediu, cum ar fi originea geografică, condițiile de cultivare, variația sezonieră și stadiul de creștere al plantelor, precum și de factori abiotici și biotici. Acești factori pot crește producția de metaboliti secundari în plante și pot spori efectul lor inhibitor [Safdar et al., 2014; Khanh et al., 2018; Sarić-Krsmanović et al., 2019; Medina-Villar et al., 2020; Appiah et al., 2022; Ravlić et al., 2022a].

Fitotoxicitatea plantelor variază sezonier în funcție de fluctuațiile parametrilor de mediu [Silva et al., 2014]. Appiah et al. (2022) au evaluat efectul variației sezoniere asupra conținutului de acid carnosic, raportat ca substanță alelochimică, și asupra potențialului fitotoxic al frunzelor uscate de rozmarin (*R. officinalis*). Autorii au concluzionat că cel mai mare potențial inhibitor asupra salatei a fost observat în mostrele colectate la începutul verii (iunie), ceea ce coincide cu cea mai mare concentrație medie de acid carnosic, de 15.1 mg/g greutate uscată, în timp ce cea mai mică concentrație a fost înregistrată în februarie (8.3 mg/g greutate uscată). De asemenea, studiul a raportat că, concentrația de acid carnosic a variat și în funcție de cele două locații de colectare.

Safdar et al. (2014) au raportat efecte inhibitoare variate ale extractelor din plantele de parthenium (*Parthenium hysterophorus*) și conținutul de compuși fenolici în biomasa colectată din trei locații – lângă marginea câmpului, lângă iaz și lângă



canalul de apă. În mod similar, stadiile de creștere a speciilor pot influența, de asemenea, performanța alelopativă a plantelor, deoarece diversitatea și concentrația substanțelor alelochimice variază semnificativ în funcție de stadiul fenologic al plantei donatoare [Ravlić et al., 2022b; Zribi et al., 2014].

Materialele vegetale colectate în stadii vegetative, de înflorire și/sau mature variază semnificativ în capacitatea lor de a împiedica germinarea și creșterea speciilor țintă. Potrivit lui Ravlić et al. (2022b), extractele apoase din frunzele de floarea-soarelui colectate în stadiul de înflorire au inhibat lungimea tulpinii de salată într-o măsură mai mare comparativ cu extractele din frunzele obținute în stadii anterioare de creștere, adică în stadiul de butonizare. Zribi et al. (2014) au testat diferențele în potențialul alelopativ al diferitelor varietăți de chimen negru (*N. sativa*) recoltate în stadii de dezvoltare diferite – vegetative (plante cu 7 frunze), de înflorire (50% din flori deschise) și de fructificare (50% din păstăi atingând o lungime tipică). Rezultatele au indicat că varietatea indiană a prezentat cea mai mare fitotoxicitate în stadiul vegetativ, iar cea tunisiană în stadiul de înflorire. Žalac et al. (2022) au concluzionat că extractul din frunzele unui nuc mai în vârstă a avut cel mai sever efect toxic asupra creșterii speciilor testate.

Seceta și stresul hidric afectează capacitatea inhibitorie a reziduurilor vegetale și a extractelor apoase. Potrivit lui Motamedi et al. (2016), reziduurile de tulpini de șofrănel (*Carthamus tinctorius*) produse în condiții de irigare normală au fost mai puțin inhibitoare asupra ridichilor (*R. sativus*) comparativ cu reziduurile obținute sub stres de secetă. De asemenea, Ravlić et al. (2023b) au examinat efectul stresului hidric, adică a diferitelor niveluri de apă de irigare, asupra potențialului alelopativ al petuniei (*Petunia hybrida*). În general, stresul hidric nu a avut un efect semnificativ asupra potențialului alelopativ al petuniei, cu excepția celei mai mari concentrații de extract, unde extractele din petunii cultivate cu cea mai mică apă de irigare netă au avut un efect inhibitor mai mare comparativ cu extractele din petunii crescute cu apă de irigare netă mai mare. Alte practici agricole, cum ar fi tratamentele de arat și cosit, pot influența de asemenea potențialul alelopativ al plantelor [Biramahire et al., 2022; Ravlić et al., 2022c].



Bibliografie

- Alam, S.M., Ala, S.A., Azmi, A.R., Khan, M.A., Ansari, R. (2001). *Allelopathy and its Role in Agriculture. Journal of Biological Sciences*, 1, 308–315.
- Amini, S., Azizi, M., Joharchi, M.R., Moradinezhad, F. (2016). *Evaluation of allelopathic activity of 68 medicinal and wild plant species of Iran by Sandwich method. International Journal of Horticultural Science and Technology*, 3(2), 243-253.
- Aniya, Nomura, Y., Fuerdeng, Appiah, K.S., Fujii, Y. (2020). *Evaluation of Allelopathic Activity of Chinese Medicinal Plants and Identification of Shikimic Acid as an Allelochemical from Illicium verum Hook. f. Plants*, 9, 684.
- Appiah, K.S., Omari, R.A., Onwona-Agyeman, S., Amoatey, C.A., Ofosu-Anim, J., Smaoui, A., Arfa, A.B., Suzuki, Y., Oikawa, Y., Okazaki, S., Katsura, K., Isoda, H., Kawada, K., Fujii, Y. (2022). *Seasonal Changes in the Plant Growth-Inhibitory Effects of Rosemary Leaves on Lettuce Seedlings. Plants*, 11, 673.
- Baličević, R., Ravlić, M., Lucić, K., Tatarević, M., Lucić, P., Marković, M. (2018). *Allelopathic effect of Aloe vera (L.) Burm. F. on seed germination and seedlings growth of cereals, industrial crops and vegetables. Poljoprivreda*, 24(2), 13-19.
- Bhadha, J.H., Lang, T.A., Alvarez, O.M., Giurcanu, M.C., Johnson, J.V., Odero, D.C., Daroub, S.H. (2014). *Allelopathic effects of Pistia stratiotes (Araceae) and Lyngbya wollei Farlow ex Gomont (Oscillariaceae) on seed germination and root growth. Sustainable Agricultural Research*, 3(4), 121-130.
- Bhowmik, P.C., Indjerit (2003). *Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. Crop Protection*, 22(4), 661-671.
- Bibi, S., Bibi, A., Al-Ghouti, M.A., Abu-Dieyeh, M.H. (2023). *Allelopathic Effects of the Invasive Prosopis juliflora (Sw.) DC. on Native Plants: Perspectives toward Agrosystems. Agronomy*, 13, 590.
- Biramahire, B., Appiah, K.S., Tojo, S., Fujii, Y., Chosa, T. (2022). *Influence of Mowing and Trampling on the Allelopathy and Weed Suppression Potential of Digitaria ciliaris and Cyperus microiria. Sustainability*, 14, 16665.
- Costea, T., Străinu, A.M., Gîrd, C.E. (2019). *Botanical characterization, chemical composition and antioxidant activity of Romanian lavender (Lavandula angustifolia*



Mill.) flowers. *Studia Universitatis "Vasile Goldiș", Seria Științele Vieții*, 29(4), 159 – 167.

Drouet, S., Garros, L., Hano, C., Tungmunnithum, D., Renouard, S., Hagege, D., Maunit, B., Lainé, É.A. (2018). *Critical View of Different Botanical, Molecular, and Chemical Techniques Used in Authentication of Plant Materials for Cosmetic Applications*. *Cosmetics*, 5, 30.

Erhatic, R., Horvat, D., Zoric, Z., Repajic, M., Jovic, T., Herceg, M., Habuš, M., Srećec, S. (2023). *Aqueous Extracts of Four Medicinal Plants and Their Allelopathic Effects on Germination and Seedlings: Their Morphometric Characteristics of Three Horticultural Plant Species*. *Applied Sciences*, 13, 2258.

Fujii, Y., Parvez, S.S., Parvez, M.M., Ohmae, Y., Iida, O. (2003). *Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using the sandwich method*. *Weed Biology and Management*, 3(4), 233-241.

Ghafari, Z., Karimmojeni, H., Majidi, M.M., Naderi, B. (2018). *Assessment of the Allelopathic Potential of Cumin Accessions in Different Soil Water Potential*. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 21, 249-260.

Grgić, D. (2023). *A comparison of accuracy of image recognition apps for identification of edible weed species*. *Graduate Thesis, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Osijek*.

Hart, A.G., Bosley, H., Hooper, C., Perry, J., Sellors-Moore, J., Moore, O., Goodenough, A.E. (2023). *Assessing the accuracy of free automated plant identification applications*, *People and Nature*, 5, 929-937.

Kato-Noguchi, H. (2003). *Assessment of allelopathic potential of shoot powder of lemon balm*. *Scientia Horticulturae*, 97, 419-423.

Kellog, J.J., Paine, M.F., McCune, J.S., Oberlies, N.H., Cech, N.B. (2019). *Selection and Characterization of Botanical Natural Products for Research Studies: A NaPDI Center Recommended Approach*. *Natural Product Reports*, 36(8), 1196–1221.

Khanh, D.T., Anh, L.H., Nghia, L.T., Trung, K.H., Hien, P.B., Trung, D.M., Xuan, T.D. (2018). *Allelopathic responses of rice seedlings under some different stresses*. *Plants*, 7, 40.



- Lucić, P., Ravlić, M., Rozman, V., Baličević, R., Liška, A., Župarić, M., Grubišić, D., Paponja, I. (2018). *Insekticidni i alelopatski potencijal ljupčaca (Levisticum officinale Koch). Proceedings & abstracts 11th international scientific/professional conference Agriculture in Nature and Environment Protection, Osijek: Glas Slavonije*, pp. 239-244.
- Macías, F.A., Marín, D., Oliveros-Bastidas, A., Varela, R.M., Simonet, A.M., Carrera, C., Molinillo, J.M.G. (2003). *Allelopathy as new strategy for sustainable ecosystems development. Biological Sciences in Space*, 17(1), 18-23.
- Makkizadeh, M., Salimi, M., Farhoudi, R. (2009). *Allelopathic effect of rue (Ruta graveolens L.) on seed germination of three weeds. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(4), 463-471.
- Medina-Villar, S., Uscola, M., Perez-Corona, E., Jacobs, D.F. (2020). *Environmental stress under climate change reduces plant performance, yet increases allelopathic potential of an invasive shrub. Biological Invasions*, 22, 2859-2881.
- Mirmostafae, S., Azizi, M., Fujii, Y. (2020). *Study of Allelopathic Interaction of Essential Oils from Medicinal and Aromatic Plants on Seed Germination and Seedling Growth of Lettuce. Agronomy*, 10, 163.
- Motamedi, M., Karimmojeni, H., Sini, F.G. (2016). *Evaluation of allelopathic potential of safflower genotypes (Carthamus tinctorius L.). Journal of Plant Protection Research*, 56(4), 364-371.
- Narwal, S.S., Tauro, P. (2000). *Allelopathy in agroecosystems: An overview. Agroforestry Systems*, 48(1-3), 129-152.
- Norsworthy, J.K. (2003). *Allelopathic potential of wild radish (Raphanus raphanistrum). Weed Technology*, 17, 307-313.
- Otter, J., Mayer, S., Tomaszewski, C.A. (2021). *Swipe Right: a Comparison of Accuracy of Plant Identification Apps for Toxic Plants. Journal of Medical Toxicology*, 17, 42–47.
- Petrova, S.T., Valcheva, E.G., Velcheva, I.G. (2015). *A case study of allelopathic effect on weeds in wheat. Ecologia Balkanica*, 7(1), 121-129.
- Politi, M., Ferrante, C., Menghini, L., Angelini, P., Flores, G.A., Muscatello, B., Braca, A., De Leo, M. (2022). *Hydrosols from Rosmarinus officinalis, Salvia officinalis, and*



Cupressus sempervirens: Phytochemical analysis and bioactivity evaluation. *Plants*, 11, 349.

Ravlić, M., Baličević, R., Brozović, B., Đurđević, B., Jug, I., Vukadinović, V., Bertić, L., Rojnica, I., Jug, D. (2022c). *Allelopathic potential of weeds from different conservation tillage systems under climate change conditions. In Proceedings of the 57th Croatian & 17th International Symposium on Agriculture, Vodice, Croatia, 19-24 June 2022*, pp. 697–702.

Ravlić, M., Baličević, R., Lucić, I. (2014). *Allelopathic effect of parsley (Petroselinum crispum Mill.) cogermination, water extracts and residues on hoary cress (Lepidium draba (L.) Desv.)*. *Poljoprivreda*, 20(1), 22-26.

Ravlić, M., Baličević, R., Lucić, P., Vinković, Ž., Pranjković, E.L., Brnjić, D. (2019). *Laboratory assessment of selected wild plant species allelopathic potential on germination and growth of lettuce (Lactuca sativa)*. *Proceedings & abstracts 12th international scientific/professional conference Agriculture in Nature and Environment Protection, Osijek: Glas Slavonije*, pp. 215-219.

Ravlić, M., Baličević, R., Marković, M., Pranjković, E.L., Vinković, Ž., Kojić, A. (2023b). *Effect of water stress on allelopathic potential of petunia (Petunia hybrida L.)*. *Book of Abstracts 58th Croatian & 18th International Symposium on Agriculture, Zagreb: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, pp. 251-251.

Ravlić, M., Baličević, R., Nikolić, M., Sarajlić, A. (2016). *Assessment of allelopathic potential of fennel, rue and sage on weed species hoary cress (Lepidium draba)*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(1), 48-52.

Ravlić, M., Baličević, R., Sarajlić, A., Kranjac, D., Grgić, S. (2022a). *Allelopathic effects of aromatic and medicinal plants on black nightshade (Solanum nigrum)*. *Zbornik rezimea radova XVII Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor*, pp. 58.

Ravlić, M., Baličević, R., Svalina, T., Posavac, D., Ravlić, J. (2023a). *Herbicidal potential of meadow sage (Salvia pratensis L.) against velvetleaf (Abutilon theophrasti Med.) and common corn-cockle (Agrostemma githago L.)*. *Glasnik Zaštite Bilja*, 46(3), 116-121.



- Ravlić, M., Markulj Kulundžić, A., Baličević, R., Marković, M., Viljevac Vuletić, M., Kranjac, D., Sarajlić, A. (2022b). *Allelopathic Potential of Sunflower Genotypes at Different Growth Stages on Lettuce. Applied Sciences*, 12, 12568.
- Rice, E.L. (1984). *Allelopathy, 2nd ed.*; Academic Press: Orlando, Florida.
- Sadeqifard, S., Mirmostafae, S., Joharchi, M.R., Zandavifard, J., Azizi, M., Fujii, Y. (2022). *Evaluation of Allelopathic Activity Interactions of Some Medicinal Plants Using Fractional Inhibitory Concentration and Isobologram. Agronomy*, 12, 3001.
- Safdar, M.E., Tanveer, A., Khaliq, A., Naeem, M.S. (2014). *Allelopathic action of Parthenium and its rhizospheric soil on maize as influenced by growing conditions. Planta Daninha*, 32(2), 243-253.
- Sarić-Krsmanović, M., Gajić Umiljendić, J., Radivojević, Lj., Šantrić, Lj., Potočnik, I., Đurović-Pejčev R. (2019). *Bio-herbicidal effects of five essential oils on germination and early seedling growth of velvetleaf (Abutilon theophrasti Medik.). Journal of Environmental Science and Health. Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 54(4), 247-251.
- Scavo, A., Pandino, G., Restuccia, A., Caruso, P.m Lombardo, S., Mauromicale, G. (2022). *Allelopathy in Durum Wheat Landraces as Affected by Genotype and Plant Part. Plants*, 11, 1021.
- Šćepanović, M., Sarić-Krsmanović, M., Šoštarčić, V., Brijačak, E., Lakić, J., Špirović Trifunović, B., Gajić Umiljendić, J., Radivojević, L. (2021). *Inhibitory Effects of Brassicaceae Cover Crop on Ambrosia artemisiifolia Germination and Early Growth. Plants*, 10, 794.
- Sekine, T., Appiah, K.S., Azizi, M., Fujii, Y. (2020). *Plant Growth Inhibitory Activities and Volatile Active Compounds of 53 Spices and Herbs. Plants*, 9, 264.
- Silva, E.R., Overbeck, G.E., Soares, G.L.G. (2014). *Phytotoxicity of volatiles from fresh and dry leaves of two Asteraceae shrubs: Evaluation of seasonal effects. South African Journal of Botany*, 93, 14-18.
- Singh, H.P., Batish, D.R., Kohli, R.K. (2001). *Allelopathy in Agroecosystems. Journal of Crop production*, 4(2), 1–41.



Co-funded by
the European Union



- Singh, H.P., Batish, D.R., Kohli, R.K. (2003). *Allelopathic interactions and allelochemicals: New possibilities for sustainable weed management. Critical Reviews in Plant Sciences*, 22, 239-311.
- Souza Filho, A.P.S., Guilhon, G.M.S.P., Zoghbi, M.G.B., Cunha, R.L. (2009). *Comparative Analyses of the Allelopathic Potential of the Hydroalcoholic Extract and Essential Oil of “Cipo-D’alho” (Bignoniaceae) Leaves. Planta Daninha*, 27(4), 647-653.
- Vidotto, F., Tesio, F., Ferrero, A. (2013). *Allelopathic effects of Ambrosia artemisiifolia L. in the invasive process. Crop Protection*, 54, 161–167.
- Wäldchen, J., Mäder, P. (2018). *Machine learning for image based species identification. Methods in Ecology and Evolution*, 9(11), 2216-2225.
- Weston, L.A., Duke, S.O. (2003). *Weed and Crop Allelopathy. Critical Reviews in Plant Sciences*, 22(3&4), 367–389.
- Žalac, H., Herman, G., Lisjak, M., Teklić, T., Ivezić, V. (2022). *Intercropping in walnut orchards – assessing the toxicity of walnut leaf litter on barley and maize germination and seedlings growth. Poljoprivreda*, 28(1), 46–52.
- Zribi, I., Omezzine, F., Haouala, R. (2014). *Variation in phytochemical constituents and allelopathic potential of Nigella sativa with developmental stages. South African Journal of Botany*, 94, 255–262.
- Županić, A. (2023). *Allelopathic potential of meadow sage (Salvia pratensis L.) on lettuce (Lactuca sativa L.). BSc Thesis, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Osijek.*



Capitolul 3. Efectul erbicid al extractului de plante și al uleiurilor esențiale (Ravlić M, Baličević R)

3.1. Introducere

Potențialul alelopativ și erbicid al plantelor poate fi evaluat folosind diverse metode în condiții de laborator, în seră, utilizând ghivece cu pământ sau în condiții de câmp. Alegerea metodei este, de obicei, legată de modul de eliberare a substanțelor alelochimice. De exemplu, metoda sandwich este utilizată pentru evaluarea soluțiilor obținute prin eluție din frunze [Amini et al., 2016; Aniya et al., 2020], în timp ce experimentele cu extracte simulează eliberarea substanțelor alelochimice din materialul vegetal și sol prin levigare și pot fi testate atât pe medii artificiale, cum ar fi hârtia filtrantă, cât și în ghivece cu pământ [Šćepanović et al., 2021; Winkler et al., 2022; Ravlić et al., 2023a].

Pulberile sau reziduurile vegetale sunt adesea testate în experimente cu ghivece în condiții de laborator sau în sere [Ravlić, 2015; Ravlić et al., 2016]. Alte metode includ metoda cu disc de bumbac (cotton swab method) pentru evaluarea fitotoxicității constituenților volatili ai uleiurilor esențiale [Mirmostafae et al., 2020] și experimentele în plăci Petri pentru evaluarea efectului de contact al uleiurilor esențiale [Sarić-Krsmanović et al., 2019]. Metoda dish pack permite evaluarea compușilor volatili secretați din material vegetal uscat folosind plăci multiple cu șase godeuri [Kang et al., 2019; Sadeqifard et al., 2022]. Analizele de laborator pot evalua, de asemenea, potențialul alelopativ al exudatelor radiculare [Shiraishi et al., 2002; Ravlić et al., 2020; Yang și Li, 2022].

Rezultatele obținute din analizele plantelor în condiții de laborator pe medii artificiale, cum ar fi hârtia de filtru sau agarul, pot fi diferite atunci când sunt evaluate în sol ca mediu. Conform lui Ravlić et al. (2021), germinarea știrului (*Amaranthus retroflexus*) a fost semnificativ redusă în ghivece cu pământ în comparație cu testarea în plăci Petri în experimentul de cogerminare a plantelor erbacee. Contactul direct al semințelor speciilor testate cu extractele pe hârtia de filtru cauzează de obicei efecte negative mai mari asupra germinației și creșterii răsadurilor [Ravlić et al., 2014]. Pe



lângă metoda de eliberare și metoda de screening, densitatea semințelor plantei receptor poate afecta, de asemenea, gradul de potențial alelopativ. O densitate mai mică a semințelor rezultă într-o concentrare mai mare de substanțe alelochimice primite de fiecare plantă receptor, ceea ce provoacă un potențial alelopativ mai mare, în timp ce, în cazul unei densități mai mari a semințelor, potențialul alelopativ este mai puțin pronunțat [Aguilar-Franco et al., 2019].

3.2. Plante medicinale cultivate și sălbatice cu potențial alelopativ și erbicid promițător

Efectul erbicid al extractelor apoase din salvie de câmp (*S. pratensis*) a fost evaluat împotriva germinării și creșterii a două specii de plante invazive, frunza de teișor sau floarea-crucii (*A. theophrasti*) și de neghină (*Agrostemma githago*) [Ravlić et al., 2023a]. Extractele apoase au fost preparate din biomasa uscată de deasupra solului a salviei de câmp în cinci concentrații diferite (1%, 2.5%, 5%, 7.5% și 10%) și testate *in vitro*. Rezultatele cercetării au dezvăluit potențialul inhibitor al extractelor de salvie de câmp, în special la concentrații mai mari (Tabelul 3.1). Germinarea neghinei (*A. githago*) a fost semnificativ redusă de la 7.6% la 98.9% comparativ cu controlul.

Tabelul 3.1. Efectul extractelor apoase din salvie de câmp (*Salvia pratensis*) asupra germinării semințelor și creșterii răsadurilor de plante invazive [Ravlić et al., 2023a].

Concentrația extractului apos (%)	Germinarea (%)	
	<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Agrostemma githago</i>
Control	71.0 a	92.0 a
1 %	70.0 a	85.0 b
2.5 %	66.0 a	7.0 c
5 %	62.0 a	6.0 c
7.5 %	63.0 a	3.0 cd
10 %	64.0 a	1.0 d

Concentrația extractului apos (%)	Lungimea rădăcinii (cm)	
	<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Agrostemma githago</i>
Control	5.35 a	6.11 a
1 %	2.81 b	6.49 a
2.5 %	1.93 c	4.09 b



	5 %	1.6 c	2.5 c
	7.5 %	1.32 cd	0.38 d
	10 %	0.86 d	0.0 d
Lungimea lăstarului (cm)			
Concentrația extractului apos (%)		<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Agrostemma githago</i>
	Control	2.57 a	1.92 a
	1 %	2.15 a	1.18 b
	2.5 %	1.57 b	0.55 c
	5 %	1.09 c	0.4 cd
	7.5 %	1.11 c	0.23 d
	10 %	1.08 c	0.0 e
Greutatea proaspătă (mg)			
Concentrația extractului apos (%)		<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Agrostemma githago</i>
	Control	43.8 a	70.0 a
	1 %	39.0 b	53.0 b
	2.5 %	34.6 c	28.9 c
	5 %	27.8 d	28.2 c
	7.5 %	24.8 d	15.2 d
	10 %	26.5 d	0.0 e
a,b,c - means followed by the same letter within column are not significantly different at P<0.05			

Lungimea rădăcinilor și a lăstarilor plantelor de răsaduri de buruieni a fost sever redusă și chiar complet inhibată în comparație cu controlul. În general, s-a înregistrat un efect inhibitor mai mare pentru neghină (*A. githago*), care a fost mai sensibilă comparativ cu frunzele de teișor (*A. theophrasti*) (Figura 3.1).



Figura 3.1. Efectul extractelor apoase de salvie de câmp (*Salvia pratensis*) asupra germinării semințelor și creșterii frunzelor de teișor (*Abutilon theophrasti*): A) control și extract de 2.5%, B) control și extract de 10%.

Extractele apoase de fenicul (*F. vulgare*), salvie (*S. officinalis*) și virnaț (*R. graveolens*) au fost studiate pentru potențialul lor erbicid împotriva speciilor de plante erbacee, în special a urdei vacii (*Cardaria draba*), de către Ravlić et al. (2016). Extractele apoase au fost testate în două concentrații diferite, cu 50 și 100 g de biomasă vegetală pe litru. Rezultatele au relevat că extractele apoase obținute din biomasa aeriană proaspătă și uscată a plantelor au avut efecte variate asupra germinării semințelor și creșterii răsadurilor de urda vacii (Tabelul 3.2).



Tabelul 3.2. Efectul extractelor apoase din plante aromatice și medicinale asupra germinării și creșterii răsadurilor de urda vacii pe hârtie de filtru în plăci Petri [Ravlić et al., 2016].

<i>Tratamente</i>		<i>Germinare (%)</i>	<i>Lungime rădăcinii (cm)</i>	<i>Lungime lăstarului (cm)</i>	<i>Greutatea proaspătă (cm)</i>
Control		86.2 a	3.2 c	2.2 bc	0.0163 b
Biomasa proaspătă					
Fenic	50 g l ⁻¹	88.7 a	2.1 d	2.6 a	0.0175 ab
	100 g l ⁻¹	83.2 a	1.3 e	2.4 ab	0.0135 c
Virnan	50 g l ⁻¹	62.4 bc	5.0 a	2.7 a	0.0189 a
	100 g l ⁻¹	60.7 c	3.9 b	2.3 bc	0.0161 b
Salvie	50 g l ⁻¹	66.9 b	3.9 b	2.3 bc	0.0157 bc
	100 g l ⁻¹	65.9 bc	3.3 c	2.1 c	0.0138 c
Biomasa uscată					
Fenic	50 g l ⁻¹	1.8 f	0.1 g	0.1 e	0.0001 e
	100 g l ⁻¹	0.0 f	0.0 g	0.0 e	0.0000 e
Virnan	50 g l ⁻¹	12.3 e	0.2 fg	0.4 d	0.0026 d
	100 g l ⁻¹	0.0 f	0.0 g	0.0 e	0.0000 e
Salvie	50 g l ⁻¹	36.7 d	0.3 f	0.3 de	0.0021 de
	100 g l ⁻¹	0.0 f	0.0 g	0.0 e	0.0000 e

Mediile urmate de aceeași literă în cadrul coloanei nu sunt semnificativ diferite la p < 0,05..

În medie, extractele din biomasa proaspătă au redus germinarea cu până la 17%, în timp ce extractele din biomasa uscată au avut o reducere de peste 90%, feniculul având cel mai mare efect inhibitor. O inhibiție semnificativă a lungimii rădăcinilor a fost observată la extractele de fenicul din biomasa proaspătă, însă virnanțul și salvia au stimulat elongarea rădăcinilor. De asemenea, un efect pozitiv asupra lungimii lăstarilor și greutateii proaspete a răsadurilor a fost marcat pentru extractele apoase din biomasa proaspătă. Biomasa uscată a tuturor plantelor



aromatice și medicinale testate în concentrații mai mari a inhibat complet (100%) germinarea și parametrii de creștere ai răsadurilor de iarbă (Figura 3.2).

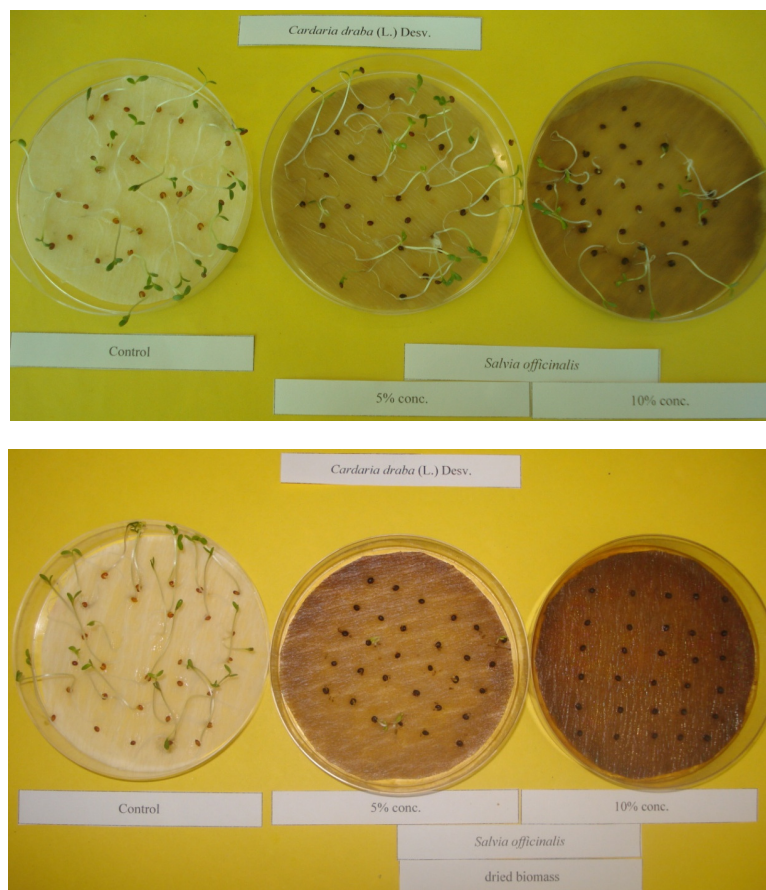


Figura 3.2. Efectul extractelor apoase din *Salvia officinalis* asupra germinării și creșterii răsadurilor de urda vacii pe hârtie de filtru în plăci Petri.

Potențialul inhibitor a șase reziduuri de plante aromatice și medicinale a fost testat pe apariția și creșterea speciei de buruieni, zarna (*Solanum nigrum*) [Ravlić, 2015; Ravlić et al., 2022a]. Efectul pulberilor din plante din biomasa uscată a patru specii cultivate—busuioc (*O. basilicum*), mușețel (*Chamomilla recutita*), leuștean (*L. officinale*), și melisa (*M. officinalis*)—și două specii sălbatice, nalba (*Malva sylvestris*) și rostopasca (*Chelidonium majus*), a fost testat în experimente în ghivece. Efectul pulberii de plante uscate a fost evaluat în două doze: 10 și 20 g/ kg de sol. Rezultatele au arătat că cea mai mare reducere a apariției zarnei (63.9%) a fost înregistrată în tratamentul cu doza mai mare de pulbere de busuioc. Un efect inhibitor excelent a fost,



de asemenea, observat la leuștean și rostopască. Reducerea lungimii rădăcinii a fost, în medie, de 50%, iar rostopasca a avut cel mai mare efect (Tabelul 3.3).

Tabelul 3.3. Efectul pulberilor de plante aromatice și medicinale asupra apariției și creșterii răsadurilor de zarnă în experimentul din ghivece [Ravlić, 2015; Ravlić et al., 2022a].

<i>Tratamen t</i>	<i>g kg⁻¹</i>	<i>Urgență (%)</i>	<i>Lungimea rădăcinii (cm)</i>	<i>Lungimea lăstarului (cm)</i>	<i>Greutatea proaspătă (mg)</i>
Control		61.0 ^a	2.2 ^a	4.1 ^a	17.7 ^a
Busuioc	10	28.5 ^{cd}	1.0 ^{cd}	2.9 ^d	10.3 ^e
	20	22.0 ^d	1.0 ^{cd}	2.9 ^d	11.7 ^{cde}
Nalba comună	10	23.8 ^d	0.9 ^{cd}	3.2 ^{bcd}	12.6 ^{bcd}
	20	31.8 ^{bcd}	1.0 ^{cd}	3.2 ^{bcd}	12.5 ^{cd}
Mușețel	10	39.3 ^{bc}	1.1 ^c	3.4 ^{bc}	12.5 ^{cd}
	20	34.5 ^{bcd}	1.0 ^{cd}	3.3 ^{bcd}	13.3 ^{bc}
Leuștean	10	28.5 ^{cd}	1.1 ^c	3.1 ^{bcd}	12.2 ^{cde}
	20	28.8 ^{cd}	0.9 ^{cd}	2.9 ^d	11.2 ^{cde}
Melisa	10	42.0 ^b	1.6 ^b	3.5 ^b	14.7 ^b
	20	37.5 ^{bc}	1.5 ^b	3.4 ^{bc}	14.7 ^b
Rostopas că	10	33.3 ^{bcd}	1.1 ^c	3.0 ^{cd}	12.2 ^{cde}
	20	26.8 ^{cd}	0.8 ^d	3.0 ^{cd}	11.0 ^{de}

Mediile urmate de aceeași literă în cadrul coloanei nu sunt semnificativ diferite la $p < 0,05$.

Pe de altă parte, lungimea lăstarilor și greutatea proaspătă a răsadurilor de zarnă au fost mai puțin afectate; totuși, s-a înregistrat o reducere statistic semnificativă comparativ cu controlul pentru toate pulberile de plante și ambele doze. Leușteanul, busuiocul și rostopasca au fost cele mai eficiente, inhibând parametrii menționați cu până la 29.3% și 41.8% comparativ cu controlul (Figura 3.3).

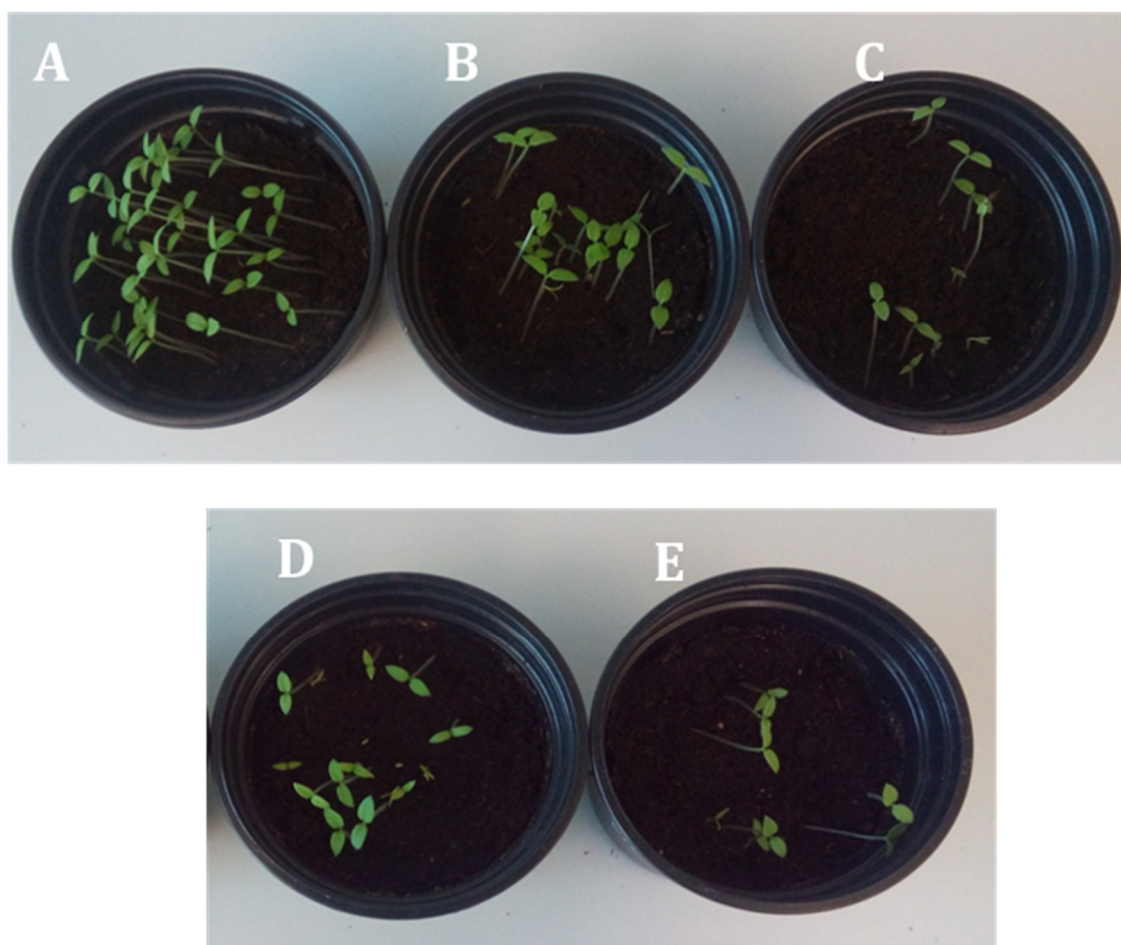


Figura 3.3. Efectul pulberilor de plante asupra creșterii răsadurilor de zarnă în ghivece:
A) control; B) rostopască 10 g kg⁻¹; C) rostopască 20 g kg⁻¹; D) busuioc 10 g kg⁻¹; E) busuioc 20 g kg⁻¹.

În studiul lor, Ravlić et al. (2021) au evaluat alelopatia semințelor între plantele erbacee și speciile de buruieni. Experimentele au inclus cogermizarea semințelor de plante erbacee și buruieni în experimente în plăci Petri, evaluând germinarea și creșterea răsadurilor de buruieni. Rezultatele au arătat că, cogermizarea semințelor a avut efecte diferite asupra speciilor de buruieni (Tabelul 3.4). Semințele de leuștean au indus o reducere semnificativă a germinării știrului (*A. retroflexus*) și a urdei vacii (*L. draba*) cu 93.6% și 34.1%. De asemenea, a fost înregistrată o inhibare statistic semnificativă a germinării zarnei (*S. nigrum*) în tratamentele cu leuștean, busuioc și melisa. Leușteanul a redus, de asemenea, lungimea rădăcinilor și a lăstarilor, precum



și greutatea proaspătă a mai multor specii de buruieni. În medie, cele mai sensibile specii de buruieni din experiment au fost știrul și urda vacii

Tabelul 3.4. Efectul alelopatic al cogermării semințelor asupra germinării și creșterii răsadurilor de buruieni în experimente în plăci Petri [Ravlić et al., 2021].

Treatment	ABUTH	AMARE	CADDR	SOLNI	SORHA
	Germinare (%)				
Control	55.4 a	58.3 ab	73.3 a	55.3 a	25.3 ab
Busuioc	58.8 a	59.2 a	70.0 a	44.3 bc	27.0 a
Mușețel	53.3 a	50.8 b	77.1 a	52.3 ab	19.3 b
Leuștean	60.4 a	3.8 c	48.3 b	16.8 d	20.8 ab
Melisă	61.3 a	55.0 ab	67.9 a	41.5 c	20.5 ab
	Lungimea rădăcinii (cm)				
Control	4.8 b	3.9 a	1.6 bc	3.1 a	4.1 a
Busuioc	4.8 b	3.9 a	2.2 a	3.1 a	4.1 a
Mușețel	4.8 b	3.8 a	2.0 a	2.9 a	3.6 ab
Leuștean	5.6 a	1.7 b	1.2 c	1.9 b	3.9 a
Melisă	5.5 a	4.1 a	1.8 ab	3.2 a	3.2 b
	Lungimea lăstarului (cm)				
Control	4.6 bc	2.3 bc	2.1 a	1.3 a	5.9 a
Busuioc	4.6 bc	3.1 a	2.0 a	1.5 a	5.9 a
Mușețel	4.3 c	2.4 bc	1.9 a	1.4 a	5.5 a
Leuștean	4.8 b	2.1 c	0.9 b	1.3 a	4.6 b
Melisă	5.1 a	2.9 ab	2.1 a	1.6 a	5.2 ab
	Greutatea proaspătă (mg)				
Control	50.0 b	5.5 ab	12.9 a	8.9 a	18.9 a
Busuioc	54.6 a	5.9 a	11.8 b	8.1 a	18.5 a
Mușețel	43.0 c	4.7 ab	12.1 ab	7.3 ab	17.9 a
Leuștean	55.0 a	2.7 c	7.4 c	6.1 b	14.7 b
Melisă	56.4 a	5.3 ab	12.0 ab	9.2 a	14.6 b

* ABUTH *A. theophrasti*; AMARE *A. retroflexus*; CADDR *L. draba*; SOLNI *S. nigrum*; SORHA *S. halepense*

Rezultatele efectului alelopatic al mai multor specii de plante sălbatice asupra creșterii roșiei (*Solanum lycopersicum*) și salatei sunt prezentate în Tabelul 3.5. [Lišnić, 2023; Ravlić et al., 2024]. Speciile sălbatice testate au fost: gălbeneaua-buruiiană



(*Rorippa austriaca*, Brassicaceae), pătlagina (*Plantago lanceolata*, Plantaginaceae), troscotul (*Polygonum aviculare*, Polygonaceae), cicoarea comună (*Cichorium intybus*, Cichoriaceae), cânepa-codrului (*Eupatorium cannabinum*, Asteraceae), mazăricea (*Vicia grandiflora*, Fabaceae), lumânărica (*Verbascum phlomoides*, Scrophulariaceae), iarba grasă (*Portulaca oleracea*, Portulacaceae) și sulfina albă (*Melilotus albus*, Fabaceae). Extractele apoase au fost preparate din biomasa uscată de la suprafața solului și au fost testate în concentrație de 5% în experimentele realizate în plăci Petri. Lungimea rădăcinii de roșie a fost semnificativ redusă după toate tratamentele, cu excepția celor cu cânepa-codrului (*E. cannabinum*), în timp ce un efect stimulant a fost observat la tratamentul cu troscot (*P. aviculare*). Pentru salată, toate extractele apoase au cauzat o reducere semnificativă a lungimii rădăcinii, de la 23.2% la 92.8% comparativ cu controlul. Salata s-a dovedit a fi mai sensibilă, având o reducere medie a lungimii rădăcinii de 67.5%, în timp ce pentru roșie reducerea medie a fost de 50.9%.

Tabelul 3.5. Efectul extractelor de plante din specii sălbatice asupra lungimii rădăcinii roșiei și salatei [Lišnić, 2023; Ravlić et al., 2024].

Tratament	Lungimea rădăcinii (cm)	
	Roșii	Salată
Control	4.37 b	2.77 a
<i>Rorippa austriaca</i>	1.50 d	0.65 e
<i>Plantago lanceolata</i>	0.93 e	0.85 de
<i>Polygonum aviculare</i>	7.11 a	2.13 b
<i>Cichorium intybus</i>	1.49 d	1.32 c
<i>Eupatorium cannabinum</i>	4.43 b	1.01 d
<i>Vicia grandiflora</i>	2.73 c	0.33 f
<i>Verbascum phlomoides</i>	0.66 ef	1.37 c
<i>Portulaca oleracea</i>	0.24 fg	0.20 f
<i>Melilotus albus</i>	0.22 g	0.25 f

Mediile urmate de aceeași literă în cadrul coloanei nu sunt semnificativ diferite la $p < 0,05$.



Co-funded by
the European Union



În medie, pentru ambele specii testate, cel mai mare potențial inhibitor a fost observat la iarba grasă (*Portulaca oleracea*), sulfina albă (*Melilotus albus*) și pătlagină (*Plantago lanceolata*), care au redus lungimea rădăcinii cu 93.6%, 93% și, respectiv, 74.1% comparativ cu controlul (Figura 3.4).

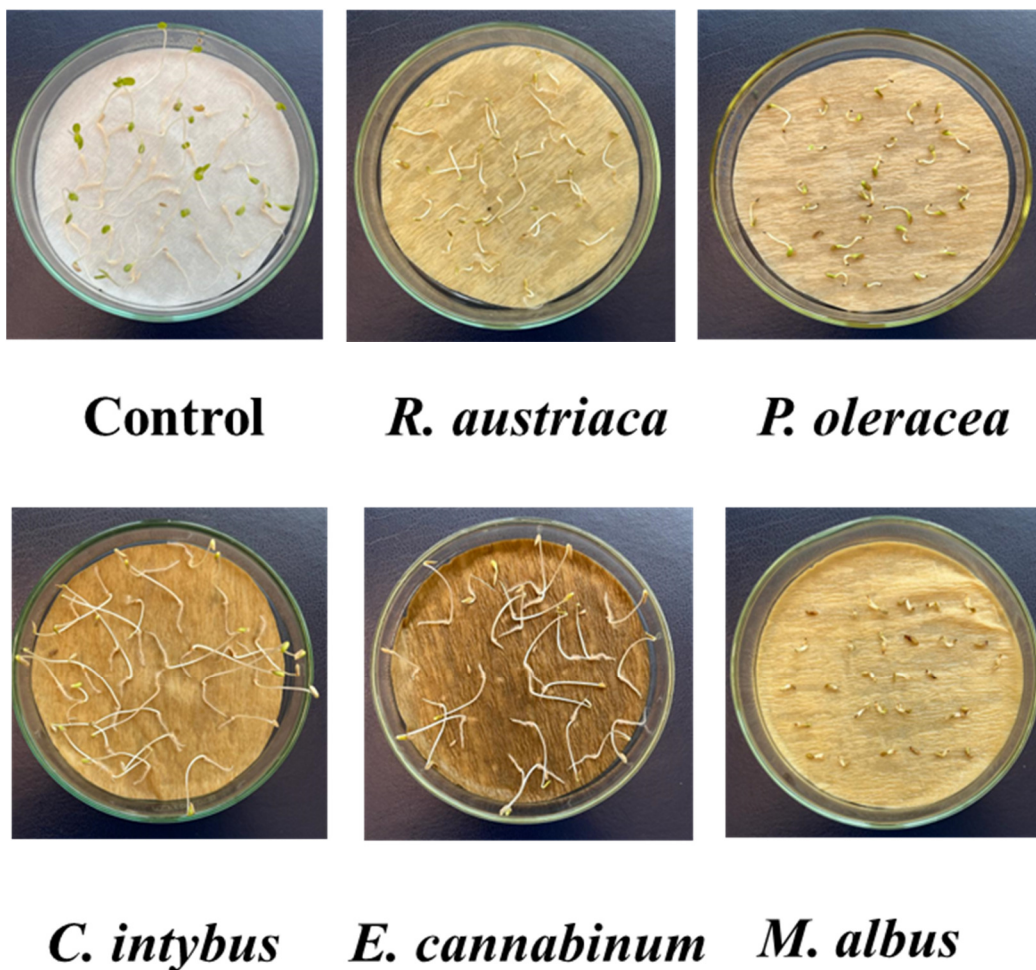


Figura 3.4. Efectul extractelor apoase din specii de plante sălbatice asupra creșterii răsadurilor de salată.

În studiul realizat de Lucić et al. (2018), a fost evaluat potențialul alelopatic al leușteanului (*L. officinale*). Biomasa uscată de deasupra solului a leușteanului a fost utilizată pentru prepararea extractelor apoase în diverse concentrații (2%, 4%, 6%, 8% și 10%), care au fost testate în experimente în plăci Petri folosind varza kale și cressonul ca specii test. Creșterea concentrației extractului a dus la un potențial negativ mai mare asupra germinării semințelor și creșterii răsadurilor atât la varza kale, cât și



la cresson (Tabelul 3.6). Chiar și cea mai mică concentrație (2%) a avut un potențial inhibitor semnificativ din punct de vedere statistic comparativ cu tratamentul de control pentru toți parametri măsurați, cu excepția greutateii uscate a răsadurilor. Cressonul s-a dovedit a fi mai sensibil comparativ cu varza kale, deoarece efectul inhibitor complet a fost observat la o concentrație de 6% din extract, în timp ce pentru varza kale, inhibiția completă a fost înregistrată la o concentrație de 8%.

Tabelul 3.6. Efectul extractelor de leuștean (*Levisticum officinale*) asupra germinării și creșterii răsadurilor de varză kale și cresson [Lucić et al., 2018].

<i>Extract apos</i>	<i>Germinare</i>	<i>Rădăcină</i>	<i>Lăstar</i>	<i>Greutate proaspătă</i>	<i>Greutate uscată</i>
Kale					
control	96.0 a	2.66 a	1.90 a	16.06 a	2.25 a
2%	65.3 b	0.53 b	1.45 b	10.87 b	2.34 a
4%	24.7 c	0.21 c	0.26 c	1.78 c	0.74 b
6%	16.7 d	0.16 c	0.19 cd	1.46 c	0.52 b
8%	0.0 e	0.0 d	0.0 d	0.0 c	0.0 b
10%	0.0 e	0.0 d	0.0 d	0.0 c	0.0 b
Garden cress					
control	92.0 a	3.17 a	2.01 a	12.55 a	1.83 a
2%	54.0 b	0.47 b	0.68 b	6.71 b	2.04 a
4%	8.7 c	0.20 bc	0.13 c	2.30 c	0.40 b
6%	0.0 d	0.0 c	0.0 c	0.0 d	0.0 c
8%	0.0 d	0.0 c	0.0 c	0.0 d	0.0 c
10%	0.0 d	0.0 c	0.0 c	0.0 d	0.0 c
Mediile urmate de aceeași literă în cadrul coloanei nu sunt semnificativ diferite la $p < 0,05$.					

Bibliografie

- Aguilar-Franco, Z.M., Flores-Palacios, A., Flores-Morales, A., Perea-Arango, I., Arellano-García, J.J., Valencia-Díaz, S. (2019). *Density-dependent effect of allelopathy on germination and seedling emergence in two Ipomoea species. Revista Chilena de Historia Natural*, 92, 7.
- Amini, S., Azizi, M., Joharchi, M.R., Moradinezhad, F. (2016). *Evaluation of allelopathic activity of 68 medicinal and wild plant species of Iran by Sandwich method. International Journal of Horticultural Science and Technology*, 3(2), 243-253.



- Aniya, Nomura, Y., Fuerdeng, Appiah, K.S., Fujii, Y. (2020). *Evaluation of Allelopathic Activity of Chinese Medicinal Plants and Identification of Shikimic Acid as an Allelochemical from Illicium verum Hook. f. Plants*, 9, 684.
- Kang, G., Mishyna, M., Appiah, K.S., Yamada, M., Takano, A., Prokhorov, V., Fujii, Y. (2019). *Screening for Plant Volatile Emissions with Allelopathic Activity and the Identification of L-Fenchone and 1,8-Cineole from Star Anise (Illicium verum) Leaves. Plants*, 8, 457.
- Lišnić, Z. (2023). *Allelopathic potential of ruderal plant species. MSc Thesis, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Osijek.*
- Lucić, P., Ravlić, M., Rozman, V., Baličević, R., Liška, A., Župarić, M., Grubišić, D., Paponja, I. (2018). *Insekticidni i alelopatski potencijal ljupčaca (Levisticum officinale Koch). Proceedings & abstracts 11th international scientific/professional conference Agriculture in Nature and Environment Protection, Osijek: Glas Slavonije*, pp. 239-244.
- Mirmostafae, S., Azizi, M., Fujii, Y. (2020). *Study of Allelopathic Interaction of Essential Oils from Medicinal and Aromatic Plants on Seed Germination and Seedling Growth of Lettuce. Agronomy*, 10, 163.
- Ravlić, M. (2015). *Allelopathic effects of some plant species on growth and development of crops and weeds. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Osijek.*
- Ravlić, M., Baličević, R., Lucić, I. (2014). *Allelopathic effect of parsley (Petroselinum crispum Mill.) cogermination, water extracts and residues on hoary cress (Lepidium draba (L.) Desv.). Poljoprivreda*, 20(1), 22-26.
- Ravlić, M., Baličević, R., Lucić, P., Marković, M., Ravlić, J. (2020). *Allelopathic effect of weed root exudates on crops. Proceedings & abstracts 13th international scientific/professional conference Agriculture in Nature and Environment Protection, Osijek: Glas Slavonije*, pp.180-184.
- Ravlić, M., Baličević, R., Marković, M., Ravlić, J., Mijić, M. (2021). *Seed allelopathy between herbs and weed species. Proceedings of 56th Croatian and 16th international symposium on agriculture, Osijek: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku*, pp. 139-143.



- Ravlić, M., Baličević, R., Nikolić, M., Sarajlić, A. (2016). *Assessment of allelopathic potential of fennel, rue and sage on weed species hoary cress (Lepidium draba). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(1), 48-52.
- Ravlić, M., Baličević, R., Sarajlić, A., Kranjac, D., Grgić, S. (2022a). *Allelopathic effects of aromatic and medicinal plants on black nightshade (Solanum nigrum). Zbornik rezimeja radova XVII Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor*, pp. 58.
- Ravlić, M., Baličević, R., Sarajlić, A., Vinković, Ž., Lišnić, Z. (2024). *Allelopathic potential of ruderal plant species on tomato and lettuce. Book of Abstracts 59th Croatian and 19th International Symposium on Agriculture*, 11 – 16 February, 2024 Dubrovnik, Croatia, p. 223.
- Ravlić, M., Baličević, R., Svalina, T., Posavac, D., Ravlić, J. (2023a). *Herbicidal potential of meadow sage (Salvia pratensis L.) against velvetleaf (Abutilon theophrasti Med.) and common corn-cockle (Agrostemma githago L.). Glasnik Zaštite Bilja*, 46(3), 116-121.
- Sadeqifard, S., Mirmostafae, S., Joharchi, M.R., Zandavifard, J., Azizi, M., Fujii, Y. (2022). *Evaluation of Allelopathic Activity Interactions of Some Medicinal Plants Using Fractional Inhibitory Concentration and Isobologram. Agronomy*, 12, 3001.
- Sarić-Krsmanović, M., Gajić Umiljendić, J., Radivojević, Lj., Šantrić, Lj., Potočnik, I., Đurović-Pejčev R. (2019). *Bio-herbicidal effects of five essential oils on germination and early seedling growth of velvetleaf (Abutilon theophrasti Medik.). Journal of Environmental Science and Health. Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 54(4), 247-251.
- Šćepanović, M., Sarić-Krsmanović, M., Šoštarčić, V., Brijačak, E., Lakić, J., Špirović Trifunović, B., Gajić Umiljendić, J., Radivojević, L. (2021). *Inhibitory Effects of Brassicaceae Cover Crop on Ambrosia artemisiifolia Germination and Early Growth. Plants*, 10, 794.
- Shiraishi, S., Watanabe, I., Kuno, K., Fujii, Y. (2002). *Allelopathic activity of leaching from dry leaves and exudates from roots of groundcover plants assayed on agar. Weed Biology and Management*, 2, 133-142.



Co-funded by
the European Union



Winkler, J., Kopta, T., Ferby, V., Neudert, L., Vaverková, M.D. (2022). *Effect of Tillage Technology Systems for Seed Germination Rate in a Laboratory Tests. Environments*, 9, 13.

Yang, B., Li, J. (2022). *Phytotoxicity of root exudates of invasive Solidago canadensis on co-occurring native and invasive plant species. Pakistan Journal of Botany*, 54, 1019-1024.



Capitolul 4. Bolile plantelor medicinale (Ćosić J, Vrandečić K)

4.1. Introducere

Plantele medicinale, la fel ca toate plantele, sunt susceptibile la o varietate de boli care pot afecta creșterea, producția și proprietățile lor medicinale [Avan, 2021]. Înțelegerea acestor boli este esențială pentru cultivarea și utilizarea eficientă a plantelor medicinale. Boli comune ale plantelor care pot afecta plantele medicinale sunt:

- Infecțiile fungice, care reprezintă o cauză majoră a bolilor plantelor. Boli fungice comune includ mucegaiul pulverulent, putrezirea rădăcinilor și petele foliare. Acestea pot duce la ofilire, îngălbenirea frunzelor și reducerea vigorii plantelor.
- Infecțiile bacteriene pot cauza simptome precum ofilirea, pete pe frunze și îngălbenire. Boli precum mana bacteriană și putrezirea moale pot afecta grav sănătatea plantelor medicinale.
- Virusurile pot duce la creștere încetinită, frunze marmorate și producții reduse. Bolile virale sunt adesea răspândite de insecte vectori, cum ar fi afidele.

Pe măsură ce cererea pentru produse naturale pe bază de plante destinate scopurilor medicinale și de sănătate continuă să crească, atenția se concentrează tot mai mult pe calitatea materiilor prime obținute din aceste plante. De obicei, țesuturile vegetale și organele servesc drept surse principale pentru aceste materiale. Totuși, aceste țesuturi și organe pot fi vulnerabile la diverse boli, ceea ce poate duce la o scădere a calității produselor valoroase economic și la o pierdere potențială a diversității genetice. Au fost realizate progrese semnificative în identificarea organismelor responsabile pentru aceste boli și în înțelegerea efectelor lor patogene la nivelul organelor, la nivel celular și biochimic [Singh et al., 2016].



4.2. Fusarioza

Producția de lavandă s-a dovedit a fi profitabilă pentru o mică fermă de familie, în special în zonele necorespunzătoare pentru alte culturi, având o rezistență ridicată la secetă și putând crește în soluri sărace și stâncoase. Compoziția chimică a uleiurilor esențiale variază în funcție de mai mulți factori, cum ar fi: tipurile de plantă/hibridzi, factorii de mediu, diferențele geografice, factorii agronomici sau metoda de extracție a uleiului. Una dintre problemele importante în producția de lavandă este apariția bolilor, în special cele cauzate de ciuperci din genul *Fusarium*, care provoacă o boală cunoscută sub numele de fusarioză [Xue-Jun et al., 2023; Özer et al., 2021; Ćosić et al., 2012].

Simptomele au constat în cloroza și îngălbenirea frunzelor, urmate de ofilirea acestora și a ramurilor (Figura 4.1, 4.2 și 4.3). O schimbare de culoare în brun se observă pe secțiunea transversală a rădăcinii. Decolorarea maronie a fost observată în sistemul vascular (Figura 4.4 și 4.5). Prezența *Fusarium sporotrichioides* Sherb a fost determinată prin metode morfologice și moleculare [Ćosić et al., 2012]. Izolările patogenului au fost efectuate din țesuturile decolorate pe agar dextroză de cartof (PDA). Coloniile erau inițial albe, dar cu timpul au devenit roșii, iar pigmenti roșii erau produși în agar. Microconidiile erau în formă de pară, ovale și fusoidale, având dimensiuni cuprinse între 4.5 și 14.0 × 2.8 până la 4.7 μm. Macroconidiile erau curbate, în majoritate triseptate, și aveau dimensiuni cuprinse între 21.8 și 24.3 × 2.9 până la 3.9 μm (Figura 4.6).

Testul de patogenitate, realizat pe plantele de lavandă de patru luni (grăunțele de orz și grâu inoculate au fost amestecate cu substratul și plasate în zona rădăcinii), a arătat că izolatul obținut a fost foarte patogen, deoarece, la 16 zile după inoculare, 80% dintre plante s-au ofilit.

Phytophthora spp., *Armillaria* spp., *Pythium* spp. și *Fusarium* spp. sunt menționate în literatură ca agenți fungici ai bolilor rădăcinilor de lavandă (patogeni de sol). Tipurile de boli pe care le cauzează sunt putrezirea rădăcinilor și ofilirea. Ofilirea și putrezirea rădăcinilor pot fi cauzate de diferite specii, cum ar fi *Fusarium oxysporum* [Özer et al., 2021], *Fusarium foetens* [Xue-Jun et al., 2023], *Fusarium sporotrichioides* [Ćosić et al., 2012]. *Fusarium oxysporum* Schlecht a fost identificat că produce ofilirea



Co-funded by
the European Union



lavandei la nivel mondial [Özer et al., 2021; Farr și Rossman, 2020; Garibaldi et al., 2015]. Cu toate acestea, indiferent de specia de *Fusarium*, simptomele bolii și consecințele pentru plante sunt aceleași.



Figura 4.1. Simptomele ofilirii cauzate de *Fusarium* la lavandă.



Figura 4.2. Ofilirea lavandei cauzată de *Fusarium sporotrichioides*.



Figura 4.3. Infectarea artificială a lavandei cu *F. sporotrichioides*, simptomele ofilirii.



Figura 4.4. Simptome tipice ale bolii în sistemul vascular.



Figura 4.5. Decolorare maronie în sistemul vascular.



Figura 4.6. Macroconidii și clamidospori de *F. sporotrichioides*

Pentru controlul eficient al patogenilor din sol, inclusiv al speciilor de *Fusarium*, cel mai important lucru este să se planteze lavanda pe soluri drenante și bine drenate pentru a preveni apariția bolilor. Bolile cauzate de paraziți din sol pot apărea în special în anii umezi, iar dacă apar, sunt ireversibile. Patogenii din sol sunt prezenți în toate solurile, de aceea alegerea solului pentru plantare este cel mai important element în prevenirea apariției bolilor.

Pe lângă lavandă, fusarioza cauzată de *Fusarium oxysporum* a fost raportată și la chimen (*Cuminum cyminum*), coriandru (*Coriandrum sativum*), mentă japoneză (*Mentha arvensis haplocalyx* var. *piperescens*) și busuioc (*Ocimum basilicum*).

4.3. Pata foliară Septoria (septoriaza)

Frunzele cu simptome de pete pe numeroase culturi de lavandă au fost observate, în special în anii umezi [Vrandečić et al., 2014]. Simptomele inițiale pe frunzele inferioare includ numeroase leziuni mici, ovale până la neregulate, de culoare gri-marou, cu o margine ușor mai închisă la culoare de țesut necrotic (Figura 4.7).



Dezvoltarea ulterioară a bolii a dus la îngălbenirea și necroza frunzelor infectate, urmate de defolierea prematură. Leziuni similare, de formă ovală și necrotice, au fost observate și pe tulpini. Leziunile conțineau numeroase picnidii întunecate, subgloboase, care erau îngropate în țesutul necrotic sau parțial erupte (Figura 4.8).

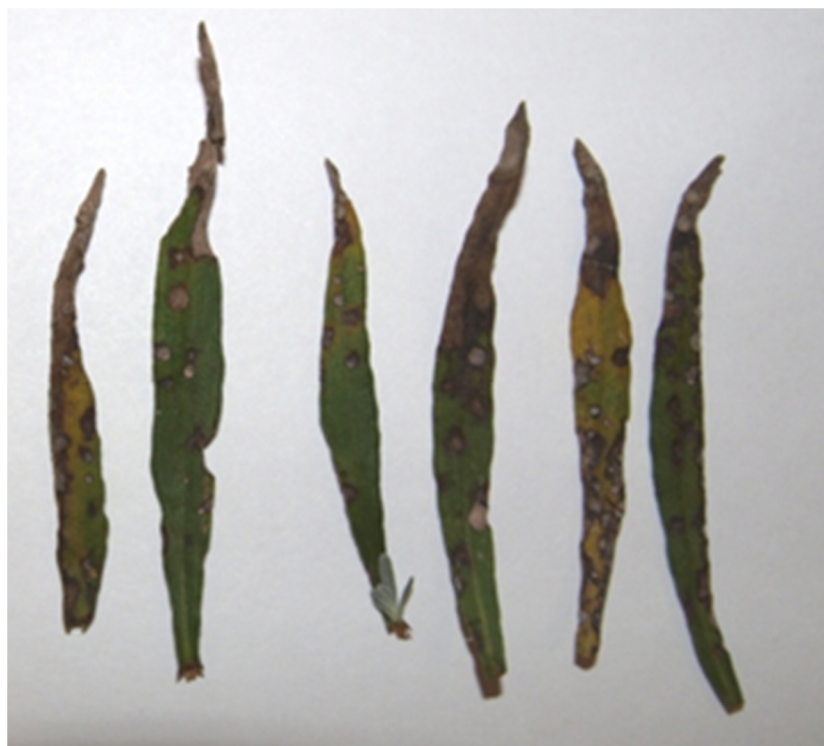


Figura 4.7. Simptomele petei foliare Septoria la lavandă.

Conform lui Vrandečić et al. (2014), *Septoria lavandulae* pe PDA formează colonii întunecate, circulare, cu creștere lentă și centru ridicat, care produc picnidii la 23°C, sub 12 ore de lumină fluorescentă pe zi. Fungii formează numeroase picnidii subgloboase și întunecate și conidii uniforme, hialine, elongate, drepte sau ușor curbe, cu 3 până la 4 septe, având dimensiuni medii de 17.5 până la 35 × 1.5 până la 2.5 μm (Figura 4.9).



Co-funded by
the European Union

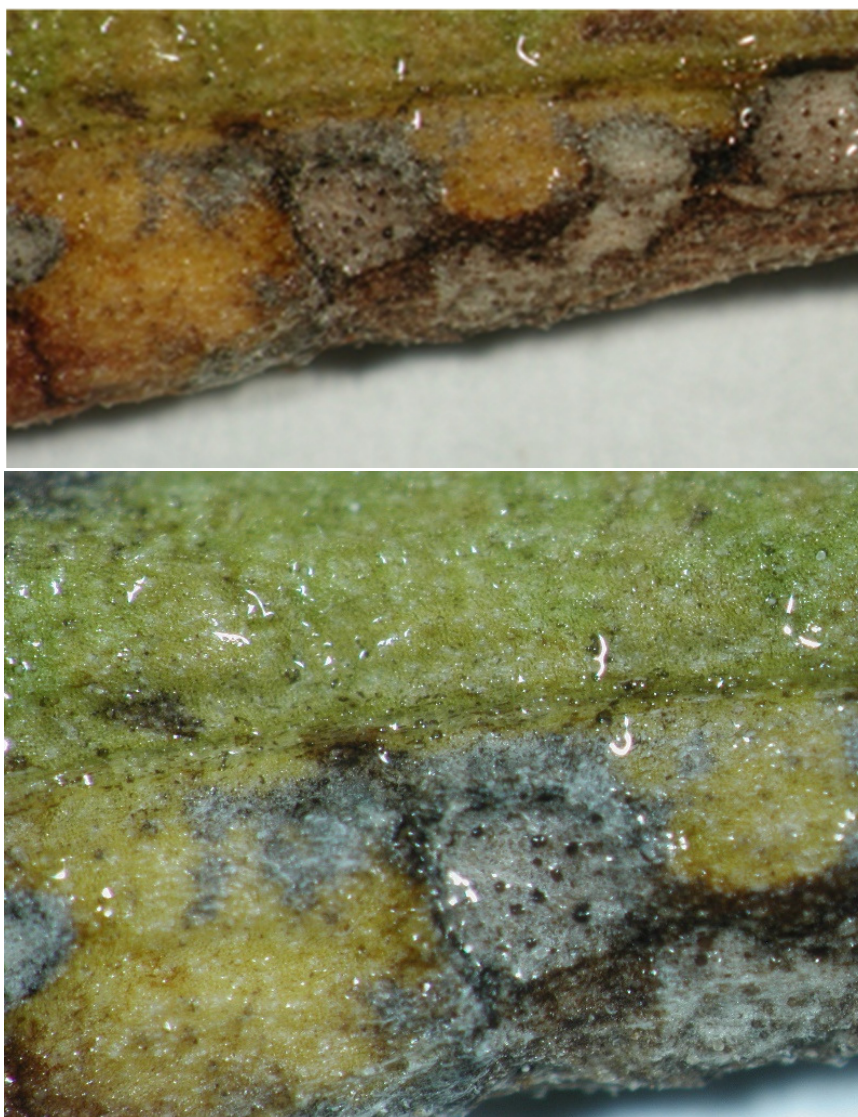


Figura 4.8. Picnidii pe frunza de lavandă.

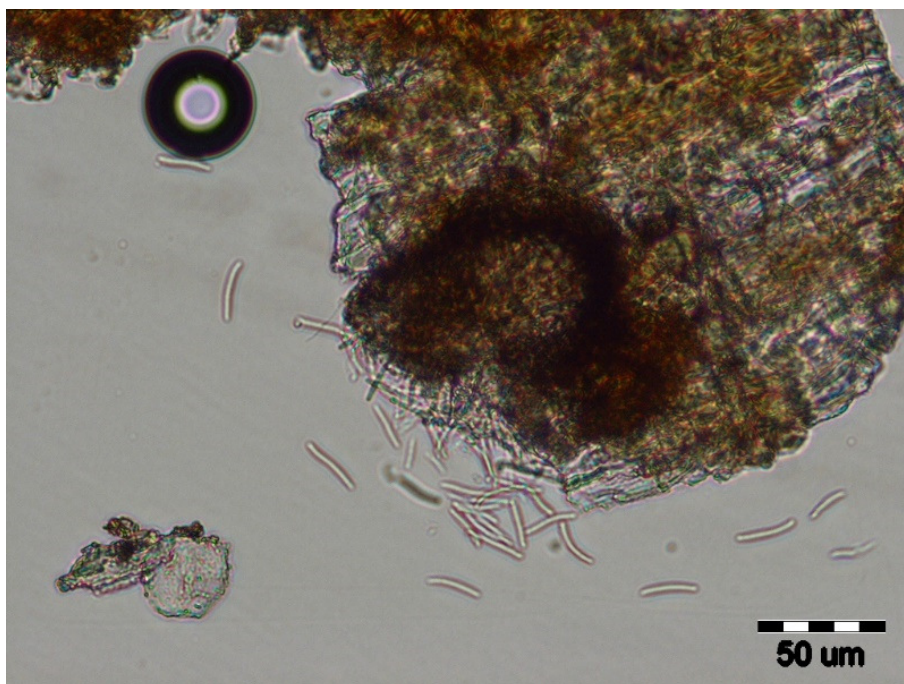


Figura 4.9. Picnidii și conidii de *S. lavandulae*.

Problemele pot apărea în primăverile umede și verile ploioase când, conform unor date, boala reduce cantitatea de flori și ulei, dar afectează și calitatea uleiului obținut. Fungii se răspândesc prin spori purtați de vânt, infectând frunzele noi de lavandă dacă există o perioadă de umezeală suficientă.

Dacă intensitatea infecției nu este puternică, foarte des, la prima vedere, plantele pot părea sănătoase. Totuși, dacă se observă frunzele mai atent (în special frunzele de la baza centrală a tufișului), se evidențiază mici pete. Deoarece principala măsură de protecție este plantarea de material săditor sănătos, trebuie avut grijă ca plantele cu simptome de pete să nu fie niciodată folosite pentru producerea răsadurilor. Din păcate, acest aspect nu a fost luat în considerare în unele cazuri pe terenurile inspectate. Cultivarea plantelor în locuri însorite și aerisite, plantarea tufișurilor în direcția curenților de aer și distanța suficientă între tufișuri va contribui, de asemenea, la reducerea bolilor.



4.4. Virusul mozaicului lucernei (AMV - Alfalfa mosaic virus)

Plantele de lavandă infectate timpuriu în sezonul de creștere au prezentat simptome severe, inclusiv pipernicire, mozaic galben strălucitor ca o pânză, pete galbene în relief și deformarea frunzelor (Figura 4.10 și 4.11), în timp ce cele infectate în stadii mai târzii de creștere au prezentat doar simptome ușoare de mozaic. Boala cauzată de AMV la lavandă este cunoscută sub numele de mozaic galben.

Înflorirea plantelor infectate nu se modifică în ceea ce privește numărul, dimensiunea sau culoarea florilor, dar plantele infectate cu AMV au o calitate a producției de ulei esențial mai scăzută.

AMV este prezent la nivel mondial și este unul dintre cele mai importante virusuri care infectează aproximativ 430 de specii de plante din 51 de familii, cauzând probleme grave în unele gazde. Cele mai importante gazde includ lucerna, cartoful, roșia, ardeiul, salata verde, spanacul, busuiocul, cânepa, tutunul și lavanda. Deoarece numeroase specii de buruieni găzduiesc acest virus, curățarea în jurul și în interiorul câmpurilor de lavandă va reduce riscul de boală.

În ceea ce privește măsurile de protecție, literatura de specialitate menționează că este necesară îndepărtarea urgentă și arderea plantelor infectate. Virusul se transmite prin părți de plante infectate, unelte sau mașini de tăiat și mâini, astfel că este extrem de important să se identifice boala cât mai repede posibil și să se îndepărteze plantele bolnave.

Afidele transmit AMV, astfel că tratamentele insecticide asupra culturilor pe care se hrănesc de obicei (de exemplu, lucerna, specii de Prunus) pot preveni răspândirea acestora la lavandă. Când recolta de lucernă este culeasă, dacă afidele au fost prezente, există riscul ca acestea să se transfere la alte plante gazdă. De aceea, se recomandă lăsarea unei zone tampon de lucernă, care va fi apoi tratată cu insecticide. Pentru protecție, este important ca producătorii de răsaduri să ofere material de plantare sănătos și să se asigure că nu există afide în locul de cultivare (de exemplu, în seră).

Bellardi et al. (2006) au constatat că plantele de *Lavandula hybrida* infectate au produs 8.82 mL/kg de ulei, iar plantele sănătoase au produs 13.8 mL/kg de ulei. Aceiași autori afirmă că, concentrația unora dintre principalele componente ale uleiului esențial se schimbă, iar din această cauză, calitatea uleiului scade.



Figura 4.10. Simptomele virusului mozaicului lucernei la lavandă.



Figura 4.11. Simptomele virusului mozaicului al lucernei la lavandă.



Alte boli importante ale plantelor medicinale sunt rezumate in Tabelul 4.1 [Rahman Khan and Haque, 2024; McGovern, 2023; Avasthi et al., 2022; Cakir et al., 2021; Duduk et al., 2019; Pandey et al., 2019; Shi et al., 2016; Singh et al., 2016; Petrželova et al., 2015; Aktaruzzaman et al., 2015; Koike et al., 2012].

Tabelul 4.1. Boli importante ale plantelor medicinale.

Planta medicinală	Boala și organismal cauzator
Lavanda	Phytophthora root and crown rot (<i>Phytophthora</i> sp.) Gray mold (<i>Botrytis cinerea</i>)
Busuiocul	Downy mildew (<i>Peronospora belbahrii</i>) Fusarium wilt (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>basilicum</i>) Anthracnose (<i>Colletotrichum gleosporioides</i> and <i>C. capsica</i>) Gray mold (<i>Botrytis cinerea</i>) Cercospora leaf spot (<i>Cercospora ocimicola</i>) Bacterial leaf spot (<i>Pseudomonas cichorii</i>)
Menta	Verticillium wilt (<i>Verticillium alboatrum</i> var. <i>menthae</i>) Fusarium wilt (<i>Fusarium oxysporum</i>) Rust (<i>Puccinia menthae</i>) Powdery mildew (<i>Erysiphe cichoracearum</i>) Rhizoctonia blight (<i>Rhizoctonia solani</i>) Stolon and root rot (<i>Thielaviopsis basicola</i>) Cercospora leaf spot (<i>Cercospora menthicola</i>) Corynespora leaf rot (<i>Corynespora cassicola</i>) Alternaria blight (<i>Alternaria alternata</i>)
Aloe vera	Anthracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) Black leaf spot (<i>Alternaria alternata</i>) Brown leaf spot (<i>Phoma betae</i> , <i>Phomopsis</i> sp.) Root rot (<i>Fusarium solani</i>)
Salvia	Powdery mildew (<i>Erysiphe</i> sp.) Sage (<i>Puccinia salviicola</i>) Fusarium wilt (<i>Fusarium oxysporum</i>) Verticillium wilt (<i>Verticillium dahliae</i>)
Mușețelul	Downy mildew (<i>Peronospora radii</i>) Powdery mildew (<i>Sphaerotheca macularis</i> , <i>Erysiphe cichoracearum</i>) White rust (<i>Albugo tragopogonis</i>)



Echinacea	Botrytis leaf spot and stem rot (<i>Botrytis cinerea</i>) Bacterial leaf spot (<i>Pseudomonas cichorii</i>) Cercospora leaf spot (<i>Cercospora tabacina</i>) Sclerotinia crown rot (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) Sclerotium crown rot (<i>Sclerotium rolfsii</i>) Septoria leaf spot (<i>Septoria lepachydis</i>) Alternaria leaf spot (<i>Alteranaria</i> sp.)
Cimbru	Gray mold (<i>Botrytis cinerea</i>) Carcoal rot (<i>Macrophomina phaseolina</i>) Rhizoctonia wilt (<i>Rhizoctonia solani</i>)
Rozmarin	Web Blight (<i>Rhizoctonia solani</i>) Verticillium wilt (<i>Verticillium</i> sp.) Botrytis blight (<i>Botrytis cinerea</i>) Cotony soft rot (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) Crown gall (<i>Agrobacterium tumefaciens</i>)
Fenicul	Fennel stem rot (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) Leaf blight (<i>Alternaria petroselini</i>) Brown rot and wilt (<i>Phytophthora megasperma</i>) Gray mold (<i>Botrytis cinerea</i>) Root rot (<i>Fusarium solani</i>) Stem and crown rot (<i>Fusarium avenaceum</i>) Crown rot (<i>Phoma glomerata</i>) Alternaria blight (<i>Alternaria alternata</i>)
Gălbenele	Rust (<i>Puccinia lagenophorae</i>) Wilt and stem rot (<i>Phytophthora cryptogea</i>) Powdery mildew (<i>Leveillula taurica</i> , <i>Oidium</i> sp.) Flower bud rot (<i>Alternaria dianthi</i>) Damping off (<i>Pythium</i> sp.) Leaf spot (<i>Alternaria</i> sp., <i>Cercospora</i> sp., <i>Septoria</i> sp.)
Oregano	Powdery mildew (<i>Golovinomyces biocellatus</i>) Stem rot (<i>Boeremia exsigua</i> var. <i>exigua</i>)



Bibliografie

- Aktaruzzaman, M., Kim, J.Y., Afroz, T., Kim, B.S. (2015). *First report of Web blight of rosemary (Rosmarinus officinalis) caused by Rhizoctonia solani AG-1-IB in Korea. Mycobiology, 43(2): 170-173.*
- Avan, M. (2021). *Important Fungal Diseases in Medicinal and Aromatic Plants and Their Control. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research, 2(1): 239-259.*
- Avasthi, S., Gautam, A.K., Bhadauria, R., Verma, R.K. (2022). *A comprehensive overview on fungal diseases of Aloe vera in India. Plant Pathology and Quarantine, 12(1): 47-59.*
- Bellardi, M. G., Benni, A., Bruni, R., Bianchi, A., Parrella, G., Biffi, S. (2006). *Chromatographic (gc-ms) and virological evaluations of Lavandula hybrida 'Alardi' infected by Alfalfa mosaic virus. Acta Hort. (ISHS), 723:387-392.*
- Cakir, E., Bagdat, R.B., Ertek, T.S. (2021). *Fungal pathogens of oregano occurring at the breeding plots in Ankara. Journal of Plant Diseases and Protection, 128: 1367-1370.*
- Ćosić, J., Vrandečić, K., Jurković, D., Postić, J., Orzali, L., Riccioni, L. (2012). *First Report of Lavender Wilt Caused by Fusarium sporotrichioides in Croatia. Plant Disease, 96(4): 591.*
- Duduk, B., Duduk, N., Vico, I., Stepanović, J., Marković, T., Rekanović, E., Kube, M., Radanović, D. (2019). *Chamomile Floricolous Downy Mildew Caused by Peronospora radii. Phytopathology, 109(11): 1900-1907.*
- Farr, D.F., Rossman, A.Y. (2020). *Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>. Accessed 14 May 2024*
- Garibaldi, A., Bertetti, D., Pensa, P., Ortu, G., Gullino, M.L. (2015). *First Report of Fusarium oxysporum Causing Wilt of Allard's Lavender (Lavandula x allardii) in Italy. Plant Disease, 99(12): 1868.*
- Koike, S.T., Gordon, T.R., Kirkpatrick, S.C. (2012). *First report of Fusarium stem and crown rot of fennel in Arizona caused by Fusarium avenaceum. Plant Disease, 96: 145.*
- McGovern, R.J. (2023). *Diseases of Basil. In: Elmer, W.H., McGrath, M., McGovern, R.J. (eds) Handbook of Vegetable and Herb Diseases. Springer.*



- McGovern, R.J. (2023). *Diseases of Fennel*. In: Elmer, W.H., McGrath, M., McGovern, R.J. (eds) *Handbook of Vegetable and Herb Diseases*. Springer.
- McGovern, R.J. (2023). *Diseases of Mint*. In: Elmer, W.H., McGrath, M., McGovern, R.J. (eds) *Handbook of Vegetable and Herb Diseases*. Springer.
- McGovern, R.J. (2023). *Diseases of Sage*. In: Elmer, W.H., McGrath, M., McGovern, R.J. (eds) *Handbook of Vegetable and Herb Diseases*. Springer.
- Özer, G., Güney, İ.G., Günen, T.U. et al. (2021). *First report of Fusarium oxysporum causing wilt on lavender (Lavandula angustifolia) in Turkey*. *J Plant Pathol* 103, 701–702.
- Pandey, R., Singh, A., Trivedi, S., Smita, S.S., Pandey, T., Shukla, A., Tandon, S. (2019). *Diseases of mints and their management*. *Diseases of Medicinal and Aromatic Plants and Their Management*, 273-303.
- Petrželova, I., Jemelkova, M., Kitner, M., Doležalova, I. (2015). *First report of rust disease caused by Puccinia lagenopforae on Pot Marigold (Calendula officinalis) in the Czech Republic*. *Disease Notes*, 99(6): 892.
- Rahman Khan, M, Haque, Z. (2024). *Disease of Ornamental, Aromatic and Medicinal Plants*. Bentham Science Publishers Pte. Ltd. Singapore.
- Shi, Y.X., Wang, Y.Y., Wang, H.J., Chai, A.L., Li, B.J. (2016). *First report of Alternaria alternata causing leaf spot of fennel (Foeniculum vulgare) in China*. *Plant Disease*, 100(10): 2173.
- Singh, A, Gupta, R, Saikia, SK, Pant, A, Pandey, R. (2016). *Diseases of medicinal and aromatic plants, their biological impact and management*. *Plant Genetic Resources*. 14(4):370-383.
- Singh, A.K., Singh, A.K., Singh, B.K. (2016). *Management of stem rot of fennel caused by Sclerotinia sclerotiorum through cultural and agronomical methods*. *Technofame*, 5(1): 59-62.
- Vrandečić K, Ćosić J, Jurković D, Stanković I, Vučurović A, Krstić B, Bulajić A. (2014). *First Report of Septoria Leaf Spot of Lavandin Caused by Septoria lavandulae in Croatia*. *Plant Disease*, 98(2):282.
- Xue-Jun, W., Bing-Guo, J., Xing, W., Nan-Yang, L., Su-Na, W., Li, L., Ai, Z., Hao-Tian, Z., Li-Ping, W. (2023). *First report of Fusarium foetens causing root rot of lavender (Lavandula angustifolia) in China*. *Disease Note*, 105: 1173-1174.



Capitolul 5. Activitatea antifungică a uleiurilor esențiale în agricultură (Vrandečić K, Ćosić J)

5.1. Proprietăți antifungice ale uleiurilor esențiale împotriva fungilor patogeni pentru plante

Fungii patogeni pentru plante sunt printre cei mai importanți agenți patogeni ai numeroaselor culturi din întreaga lume și cauzează pierderi semnificative de randament în multe culturi de importanță economică. Fungii fitopatogeni, ca agenți cauzatori ai bolilor plantelor, pot fi transportați prin aer, prin sol sau prin semințe. Fungii care afectează semințele reprezintă o amenințare serioasă pentru agricultură. Fungii semințelor pot coloniza semințele, inducând simptome vizibile și provocând pierderi economice de randament și calitate. De asemenea, fungii semințelor pot rămâne în semințe și pot inhiba germinarea. Ulterior, acești patogeni pot fi introduși în cultură pe sau în sămânță și încep să se dezvolte și să determine apariția la plante tinere.

În semințele infectate, adesea apare o schimbare în compoziția chimică și a proprietăților biologice, iar toate aceste aspecte reprezintă o amenințare semnificativă pentru randamentul și calitatea culturii. Acești patogeni pot fi transmiși plantei tinere, provocând moartea acesteia sau afectând rădăcinile și sistemul vascular, ceea ce duce la reducerea randamentului și pierderi economice. Mai mult, prin semințe infectate, patogenii pot fi introduși în zone unde anterior nu erau prezenți. Pentru a evita răspândirea bolilor plantelor prin semințe, acestea ar trebui protejate.

Pentru a reduce pierderile de randament și calitate, pesticide chimice au fost folosite timp de decenii pentru a inhiba creșterea fungilor patogeni. În ciuda eficacității lor, utilizarea pe scară largă a pesticidelor sintetice este asociată cu dezavantaje semnificative, inclusiv riscuri legate de manipulare, reziduuri de pesticide în alimente, furaje și sol, rezistența fungică la compuși sintetici, perturbarea echilibrului ecosistemului și riscuri pentru sănătatea umană. Toate aceste efecte negative ale pesticidelor au demonstrat necesitatea unor metode alternative non-chimice în protecția plantelor.

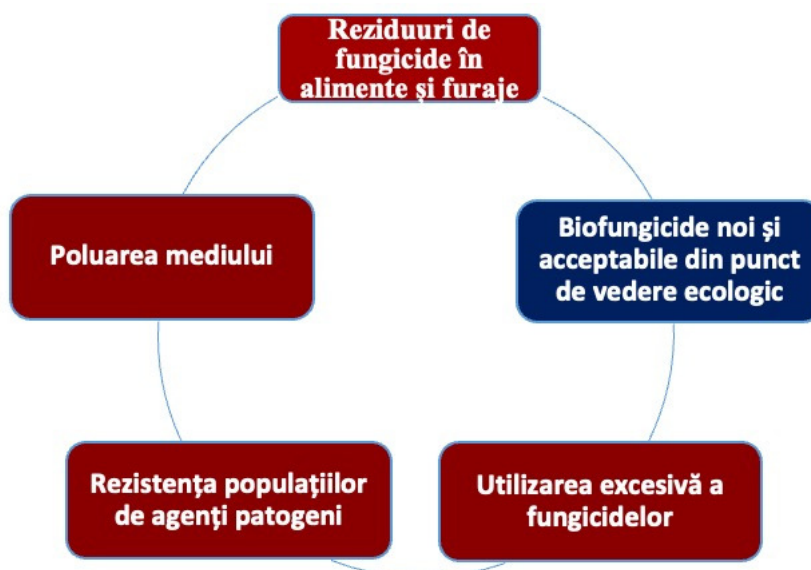


Figura 5.1. Dezavantajele pesticidelor chimice care au dus la metode alternative non-chimice pentru protecția plantelor.

Compușii biologici (de exemplu, uleiurile esențiale și extractele – Figura 5.2) din plante ar putea reprezenta o alternativă importantă care nu are efecte nocive asupra sănătății umane și asupra mediului. Conform lui Wilkins și Board (1989), mai mult de 1340 de plante sunt cunoscute ca fiind surse potențiale de compuși antimicrobieni.

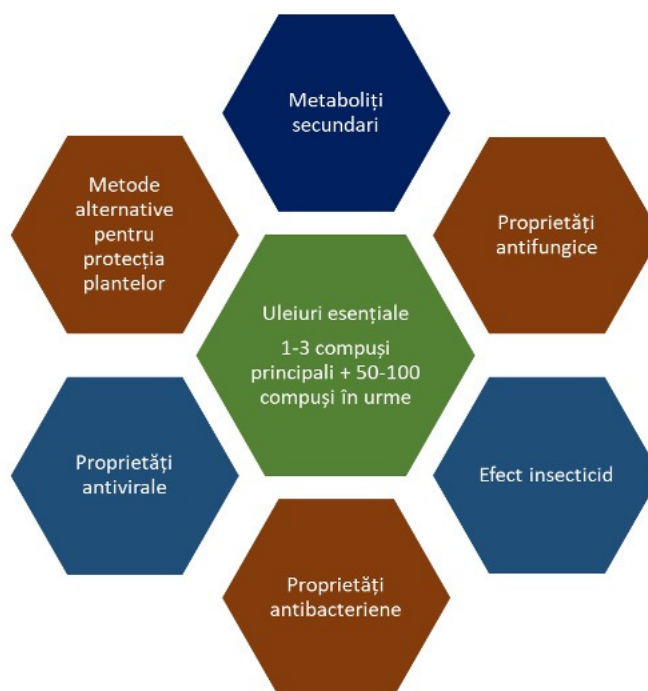


Figura 5.2. Compuși biologici cu potențiale efecte în protecția plantelor.



Uleiurile esențiale sunt un amestec complex de terpeni (monoterpeni și sesquiterpeni, și derivații lor oxigenați, cum ar fi alcooli, aldehide, esteri, eteri, cetone, fenoli și oxizi) și compuși fenolici și fenilpropanoide obținuți prin căile acidului acetat-mevalonic și acidului shikimic, respectiv [Bakkali et al., 2008]. Componentele principale reprezintă 85% din uleiul esențial, în timp ce alți compuși sunt prezenți în cantități mici sau urme.

Efectul uleiurilor esențiale este fungistatic dacă apare o inhibare completă a creșterii, dar poate fi reversibilă în absența uleiului, în timp ce un efect fungicid înseamnă că inhibarea completă a creșterii este ireversibilă, chiar și în absența compușilor volatili.

Activitatea fungistatică a uleiurilor esențiale este adesea foarte clară, dar, în multe cazuri, modul de activitate antifungică nu este pe deplin înțeles. Modul de acțiune al uleiurilor esențiale depinde de tipul organismelor țintă și este legat, în principal, de structura peretelui lor celular și de aranjamentul membranei externe [Dorman și Deans, 2000]. Conform lui Holley și Patel (2005), uleiurile esențiale cresc permeabilitatea membranelor celulare și le reduc funcționalitatea. Aceste procese includ inhibarea transportului de electroni, translocarea proteinelor, etapele de fosforilare și alte reacții dependente de enzime [Knobloch et al., 1988]. Uleiurile esențiale inhibă creșterea fungică, sporularea și alungirea tubului germinativ a multor patogeni vegetali. Efectul antimicrobian al timolului și carvacrolului a fost raportat de Sikkema et al. (1995) că provoacă daune structurale și funcționale membranei citoplasmice. Efectul antimicrobian al eugenolului este legat de capacitatea sa de a permeabiliza membrana celulară și de a interacționa cu proteinele [Hyldgaard et al., 2012].

În unele cazuri, bioactivitatea uleiurilor esențiale este strâns legată de activitatea componentelor principale ale uleiurilor. De exemplu, activitatea antifungică excelentă a uleiurilor din speciile de *Origanum* și *Thymus* este atribuită carvacrolului și timolului [Begum et al., 2008; Abdolahi et al., 2010; Amini et al., 2012], în timp ce activitatea antifungică ridicată a *Syzygium aromaticum* și *Ocimum gratissimum* este atribuită eugenolului [El-Zemity și Ahmed, 2005; Piyo et al., 2009].

În multe cazuri, activitatea antimicrobiană rezultă din interacțiunea complexă între diferitele componente, cum ar fi esterii, eterii, fenolii, aldehidele, alcoolii și



cetonele [Burt, 2004]. Aceste interacțiuni între compuși pot duce la efecte antagoniste, aditive sau sinergice. În concordanță cu rezultatele unor studii anterioare, uleiurile esențiale complete au o activitate antifungică mai puternică decât componenta lor principală sau un amestec de mai multe componente principale. Aceste rezultate duc la presupunerea că, componentele minore sunt extrem de importante pentru efectul sinergic al componentelor. Perez-Sanchez et al. (2007) au observat că efectul fungistatic al uleiurilor esențiale de *Thymus zygis* se datorează efectului sinergic dintre compușii minori, cum ar fi 3-octanol și α -terpinen, mai degrabă decât concentrației ridicate de compuși precum timolul sau carvacrolul.

În plus, este foarte dificil pentru ciuperci să dezvolte rezistență la amestecul de componente al uleiurilor cu mecanisme diferite de activitate antimicrobiană [Daferera et al., 2003]. Activitatea antifungică a uleiurilor esențiale depinde de cantitatea aplicată de ulei și de tipul de agent patogen țintă. Ćosić et al. (2010) au studiat efectul a unsprezece uleiuri esențiale (cuișoare, rozmarin, frunze de scorțișoară, salvie, pin, portocală amară, mentă, anason, chimion, lavandă, cimbru) asupra creșterii miceliului a douăsprezece ciuperci fitopatogene (*Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium subglutinans*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium avenaceum*, *Diaporthe helianthi*, *Diaporthe caulivora*, *Diaporthe longicolla*, *Phomopsis viticola*, *Helminthosporium sativum*, *Colletotrichum coccodes* și *Thanatephorus cucumeris*). Toate aceste uleiuri esențiale au prezentat un efect inhibitor asupra unora sau tuturor ciupercilor studiate, cu excepția uleiurilor esențiale de pin și portocală amară. Uleiurile esențiale de cimbru, frunze de scorțișoară, cuișoare și anason au avut cel mai bun efect antifungic.

Rhizoctonia solani este mult mai sensibil ($EC_{50} = 0.057 - 0.486$) la acțiunea uleiurilor de *Thymus zygis* ssp. *sylvestris* și *Thymus zygis* ssp. *gracilis* decât *Fusarium oxysporum* ($EC_{50} = 0.092 - 0.630$) și *Colletotrichum acutatum* ($EC_{50} = 0.110 - 0.756$) [Perez-Sanchez et al., 2007]. Uleiul esențial de *Pimpinella anisum* a obținut, de asemenea, diferite grade de inhibiție împotriva a trei ciuperci patogene (Özcan și Chalchat, 2006). A fost cel mai eficient împotriva *Aspergillus parasiticus*, urmat de *Aspergillus niger* și *Alternaria alternata*.



Elshafie et al. (2015) au testat activitatea antifungică a uleiurilor esențiale de *Thymus vulgaris* și *Verbena officinalis* în condiții *in vivo*, în diferite cantități, împotriva *Monilinia laxa*, *Monilinia fructigena* și *Monilinia fructicola*. Cele mai mari cantități aplicate de verbină (1000 ppm) și cimbru (500 ppm) au redus semnificativ diametrul leziunilor, în timp ce cantități mai mici de verbină (500 ppm) și cimbru (250 ppm) au avut un efect mai redus.

Deși numeroși autori susțin că activitatea antifungică a uleiurilor esențiale este satisfăcătoare în condiții *in vivo*, există numeroși factori limitativi pentru utilizarea acestora în protecția plantelor în timpul sezonului de creștere sau în timpul depozitării. Utilizarea uleiurilor esențiale este limitată deoarece sunt necesare cantități sau concentrații mari pentru a obține o activitate antifungică suficientă. În plus, activitatea antifungică a uleiurilor esențiale depinde de pH [Juven et al., 1994], temperatură și activitatea apei [Velluti et al., 2004].

În contextul aplicării uleiurilor esențiale ca tratament pentru semințe, uleiurile esențiale pot fi utilizate direct pentru a suprima creșterea ciupercilor fitopatogene sau pentru a controla formarea și acumularea de micotoxine. Metoda de aplicare este prin evaporare sau tratament direct al semințelor, iar concentrațiile sunt diferite și încă fac obiectul cercetării. De asemenea, până în prezent, nu se știe suficient despre mecanismul de acțiune antifungică al uleiurilor esențiale. Este posibil ca terpenoidele și fenolii, ca principali compuși ai uleiurilor esențiale, să fie responsabili pentru efectul antifungic al acestora. Datorită naturii lor lipofile și greutatei moleculare reduse, terpenoidele și fenolii pot provoca daune structurale și funcționale celulelor patogene prin perturbarea permeabilității membranei și a echilibrului osmotic al celulelor patogene [Kalagatur et al., 2015; Prakash et al., 2015; Grata, 2016].

Marín et al. (2004) au examinat efectul uleiurilor esențiale de scorțișoară, cuișoare, oregano, lemongrass (citronelă) și palmarosa asupra reducerii acumulării de micotoxine, deoxinivalenol (DON) și zearalenonă (ZEA) în boabele de porumb. Uleiul de cuișoare a arătat cele mai bune rezultate în reducerea acumulării ambelor micotoxine.

Uleiurile esențiale utilizate în studiul realizat de Perczak et al. (2019) au inhibat creșterea miceliilor de *Fusarium culmorum* și *Fusarium graminearum* și au redus



concentrația de micotoxine, zearalenonă și grupa de tricotecene B (DON, 3- și 15-acetildeoxinivalenol, nivalenol și fusarenon X) în semințele de grâu. Cea mai mare activitate antifungică a fost demonstrată de uleiurile esențiale de scorțișoară, oregano și palmarosa. *F. culmorum* a prezentat o sensibilitate mai mare la uleiurile de oregano, scorțișoară și verbină, în timp ce *F. graminearum* a fost mai susceptibil la uleiurile de oregano și scorțișoară.

Moumni și colab. (2021) au utilizat șapte uleiuri esențiale într-o cercetare în care au examinat influența *in vitro* asupra creșterii miceliului principalilor patogeni transmiși prin semințe de cucurbitacee. Uleiul esențial de *Cymbopogon citratus* a inhibat complet creșterea miceliului ciupercilor *Stagonosporopsis cucurbitacearum* și *Alternaria alternata* la 0.6 și 0.9 mg/mL, respectiv. *Lavandula dentata*, *Lavandula hybrida*, *Melaleuca alternifolia*, *Laurus nobilis* și două uleiuri esențiale de *Origanum majorana* au inhibat creșterea *A. alternata* cu 54%, 71%, 68%, 36%, 90% și 74%, respectiv.

Unele uleiuri esențiale pot avea, de asemenea, un efect stimulator asupra creșterii miceliului unor ciuperci fitopatogene în condiții *in vitro* [Ćosić et al., 2010], dar pot fi mai eficiente în combinație împotriva ciupercilor fitopatogene decât atunci când sunt utilizate individual, datorită efectului lor sinergic [Nikkhah et al., 2017].

Activitatea antifungică a uleiurilor esențiale depinde de metoda de aplicare. Uleiurile esențiale constând din compuși fenolici mari, cum ar fi timolul și eugenolul, au un efect mai bun atunci când sunt aplicate direct. În schimb, uleiurile esențiale cu compuși volatili non-fenolici (de exemplu, citral și limonen) funcționează cel mai bine atunci când ciuperca este expusă la vaporii uleiului esențial [Suhr și Nielsen, 2003].

Deoarece molecula de timol este mai mică și se evaporă mai ușor decât molecula de eugenol, compusul timol din uleiul esențial de cimbru a avut un efect mai bun asupra inhibării creșterii în timpul evaporării decât eugenolul din uleiurile de scorțișoară și cuișoare, chiar dacă ambii compuși sunt fenoli [Suhr și Nielsen, 2003].

Conform Suhr și Nielsen (2003), metoda de aplicare directă (acțiune de contact) a zece uleiuri esențiale a prezentat un efect inhibitor slab al tuturor uleiurilor asupra diversilor agenți patogeni de mucegai (*Aspergillus* sp., *Penicillium* sp.), în timp ce uleiurile au prezentat un efect inhibitor bun când s-a folosit metoda de evaporare.



5.2. Posibilități de utilizare a uleiurilor esențiale împotriva ciupercilor fitopatogene

În cercetările privind influența a douăsprezece uleiuri esențiale asupra creșterii miceliului ciupercii fitopatogene *Rhizoctonia solani* (la trei temperaturi de 15, 20 și 30°C și cantitatea de 25 μL) s-a determinat inhibarea completă a creșterii miceliului ciupercii *R. solani* după aplicarea uleiurilor de anason, arbore de ceai și cimbru (pentru toate temperaturile) și indiferent de zilele de incubație [Ereș, 2022]. Uleiul de portocale dulci a avut cel mai slab efect antifungic, urmat de uleiurile de cuișoare, pin, chiparos și eucalipt.

Efectul uleiului de cimbru și anason în comparație cu controlul la 15 °C este prezentat în Figura 5.3, iar comparația efectelor uleiurilor esențiale asupra creșterii miceliului în funcție de temperatură în a opta zi după inoculare este prezentată în Tabelul 5.1.

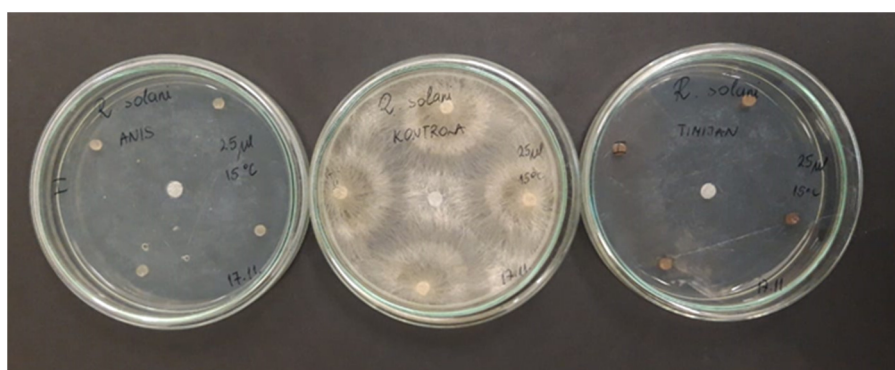


Figura 5.3. Influența uleiului esențial de anason și cimbru în comparație cu controlul (a 4-a zi după inoculare la 15°C)

Tabelul 5.1. Compararea influenței uleiurilor esențiale asupra creșterii miceliului *R. solani* în funcție de temperatură în a 8-a zi.

ULEI	15 °C	20 °C	30 °C	LSD 0.05 0.01
ANASON	30	30	30	0.00 0.00
PIN	0	0	3.33	6.99 10.09



COAJĂ DE SCORTIȘOARĂ	30	18.33	30	18.50 28.02
CITRONELLA	30	20.58	30	9.46 14.33
ARBORE DE CEAI	30	30	29.25	1.04 1.58
CHIPAROS	0	0	13.33	8.57 12.98
EUCALPT	17.92	0	2.08	18.38 27.84
CUIȘOARE	0	0	0	0.00 0.00
LAVANDA	30	0	27	3.33 5.04
PORTOCALĂ DULCE	0	0	0	0.00 0.00
ROZMARIN	4.83	0	30	9.66 14.63
CIMBRU	30	30	30	0.00 0.00

Diferite uleiuri esențiale, inclusiv cele de anason, cimbru, chimen, mentă, lavandă, salvie, melisa, rozmarin, mirt, frunze de scortişoară, busuioc, pin alb, eucalipt, cedru, bergamotă, mandarin, chiparos, paciuli, ghimbir, portocală amară, lemn de santal, și camforul, au efecte diferite asupra creșterii ciupercii de mușcăi cenușiu *Botrytis cinerea*. Uleiurile au fost aplicate în trei cantități diferite (3, 5 și 7 μ L), iar măsurătorile au fost efectuate în a treia și a noua zi.

Conform Tabelului 5.2, toate uleiurile, cu excepția celor de portocală amară, lemn de santal și camfor, au prezentat un anumit nivel de activitate antifungică. Uleiul de cimbru și anason au demonstrat cea mai puternică activitate antifungică în comparație cu controlul (apa). În schimb, uleiurile de portocală amară, lemn de santal și camfor au stimulat creșterea ciupercii *B. cinerea* [Grgić et al., 2016].



Tabelul 5.2. Zona de inhibare (mm) la prima măsurătoare, la 3 zile după inoculare.

Ulei	Cantitate de ulei		
	3 μ L	5 μ L	7 μ L
<i>Carum carvi</i>	30,87 \pm 0,31 a ^{AB}	32,63 \pm 0,13 a ^A	32,75 \pm 0,14 a ^A
<i>Cedrus atlantica</i>	10,63 \pm 4,01 e ^F	13,38 \pm 1,07 d ^{DE}	15,25 \pm 1,45 fg ^{EF}
<i>Cinnamomum camphora</i>	0,38 \pm 0,24 g ^I	4,75 \pm 0,95 f ^F	3,88 \pm 1,07 jk ^{HI}
<i>Cinnamomum verum</i>	17,00 \pm 0,29 d ^D	18,88 \pm 0,24 c ^C	18,75 \pm 1,01 de ^D
<i>Citrus aurantium</i>	4,13 \pm 0,43 f ^{HI}	2,88 \pm 0,13 f ^F	2,63 \pm 0,24 k ^I
<i>Citrus bergamia</i>	10,25 \pm 1,03 e ^F	18,00 \pm 1,06 c ^C	18,13 \pm 1,60 de ^{DE}
<i>Citrus reticulata</i>	9,63 \pm 0,47 e ^F	10,00 \pm 0,61 e ^E	7,25 \pm 1,20 i ^G
<i>Cupressus sempervirens</i>	9,63 \pm 0,66 e ^F	13,00 \pm 2,33 d ^{DE}	16,88 \pm 0,63 efg ^{DE}
<i>Eucalyptus globulus</i>	11,13 \pm 1,07 e ^{EF}	9,88 \pm 1,57 e ^E	15,00 \pm 1,24 g ^{EF}
Kontrola / Control	4,38 \pm 0,24 f ^{HI}	4,63 \pm 0,63 f ^F	4,63 \pm 0,55 jk ^{GHI}
<i>Lavandula officinalis</i>	27,63 \pm 0,72 b ^{BC}	30,63 \pm 0,97 a ^{AB}	28,63 \pm 0,55 c ^{BC}
<i>Melissa officinalis</i>	24,00 \pm 0,89 c ^C	31,88 \pm 0,13 a ^A	31,88 \pm 0,47 ab ^{AB}
<i>Mentha x piperita.</i>	30,50 \pm 1,37 ab ^{AB}	32,63 \pm 0,13 a ^A	28,25 \pm 1,36 c ^C
<i>Myrtus communis</i>	17,75 \pm 1,05 d ^D	18,13 \pm 2,56 c ^C	17,25 \pm 1,20 efg ^{DE}
<i>Ocimum basilicum</i>	16,63 \pm 1,01 d ^D	27,00 \pm 0,87 b ^B	30,13 \pm 0,66 bc ^{ABC}
<i>Pimpinella anisum</i>	32,50 \pm 0,00 a ^A	32,13 \pm 0,55 a ^A	32,88 \pm 0,24 a ^A
<i>Pinus sylvestris</i>	15,13 \pm 0,63 d ^{DE}	16,50 \pm 1,02 c ^{CD}	20,13 \pm 0,83 d ^D
<i>Pogostemon patchouli</i>	9,38 \pm 0,68 e ^{FG}	11,38 \pm 0,83 d ^{DE}	12,13 \pm 0,47 h ^F
<i>Rosmarinus officinalis</i>	17,88 \pm 0,66 d ^D	17,88 \pm 1,52 c ^C	17,63 \pm 0,60 ef ^{DE}
<i>Salvia officinalis</i>	24,38 \pm 0,31 c ^C	27,13 \pm 0,38 b ^B	28,88 \pm 0,90 c ^{BC}
<i>Santalum album</i>	2,63 \pm 0,97 fg ^{HI}	3,13 \pm 0,43 f ^F	2,50 \pm 0,29 k ^I
<i>Thymus vulgaris</i>	31,25 \pm 0,43 a ^{AB}	32,63 \pm 0,13 a ^A	31,88 \pm 0,24 ab ^{AB}
<i>Zingiber officinale</i>	5,50 \pm 0,41 f ^{GH}	5,25 \pm 0,60 f ^F	6,13 \pm 0,55 ij ^{GH}

Pentru valorile medii (comparație pe coloane) marcate cu aceeași literă mică, nu s-au constatat diferențe semnificative statistic la nivelul de semnificație de $P < 0.05$, iar pentru valorile medii marcate cu literă mare nu s-au determinat diferențe semnificative statistic la nivelul de semnificație $P < 0.01$ al testului LSD.



Tabelul 5.3. Zona de inhibare (mm) la a doua măsurătoare la 9 zile după inoculare

Ulei	Cantitate de ulei		
	3 μ L	5 μ L	7 μ L
<i>Carum carvi</i>	0,00 \pm 0,00c ^B	0,00 \pm 0,00d ^D	6,13 \pm 0,24e ^E
<i>Cinnamomum verum</i>	0,00 \pm 0,00c ^B	1,13 \pm 0,66d ^D	0,50 \pm 0,50g ^F
<i>Lavandula officinalis</i>	11,75 \pm 0,52b ^A	25,50 \pm 3,51b ^B	21,50 \pm 1,70c ^C
<i>Mentha x piperita</i>	13,63 \pm 0,52ab ^A	16,38 \pm 1,97c ^C	13,75 \pm 1,33d ^D
<i>Pimpinella anisum</i>	0,00 \pm 0,00 c ^B	0,00 \pm 0,00d ^D	27,13 \pm 0,13b ^B
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1,38 \pm 0,94c ^B	2,63 \pm 1,01d ^D	3,38 \pm 1,30f ^{EF}
<i>Thymus vulgaris</i>	18,75 \pm 5,39a ^A	32,63 \pm 0,13a ^A	31,88 \pm 0,24a ^A
<i>Zingiber officinale</i>	1,25 \pm 0,72c ^B	1,13 \pm 0,72d ^D	2,00 \pm 0,61f ^F

Pentru valorile medii (comparație pe coloane) marcate cu aceeași literă mică, nu s-au constatat diferențe semnificative statistic la nivelul de semnificație de $P < 0,05$, iar pentru valorile medii marcate cu literă mare nu s-au determinat diferențe semnificative statistic la nivelul de semnificație $P < 0,01$ al testului LSD.

Într-un studiu realizat de Jelenić și colab. (2020), cercetătorii au examinat impactul a nouă uleiuri esențiale derivate din plante native croate asupra suprimării creșterii miceliului *Botrytis cinerea*. Uleiurile esențiale investigate au fost *Mentha x piperita*, *Salvia officinalis*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula hybrida*, *Origanum compactum*, *Thymus vulgaris*, *Hiperici oleum*, *Achillea millefolium* și *Helichrysum italicum*. Rezultatele au indicat că uleiurile de *Thymus vulgaris* și *Mentha x piperita* au prezentat o influență pozitivă asupra suprimării creșterii miceliului atât în metodele volatile, cât și în cele de macrodiluție. În plus, aceste uleiuri au demonstrat un efect fungistatic chiar și după 96 de ore la toate concentrațiile testate.

Pe de altă parte, *Achillea millefolium* și *Hiperici oleum* nu au prezentat efecte de inhibiție în metoda volatilă, dar au prezentat o suprimare a creșterii miceliului în metoda de macrodiluție (Figura 5.4 și Tabelul 5.4). Uleiul esențial de *Helichrysum italicum* a stimulat, de fapt, creșterea miceliului *B. cinerea* în ambele metode. Aceste descoperiri sugerează că uleiurile esențiale ar putea servi ca agent de biocontrol pentru controlul mușgaiului cenușiu al viței de vie, ca potențial înlocuitor al pesticidelor tradiționale. Sunt necesare cercetări suplimentare pentru a investiga



eficacitatea uleiurilor esențiale în combaterea *Botrytis control* atât în condiții *in vitro*, cât și *in vivo*.

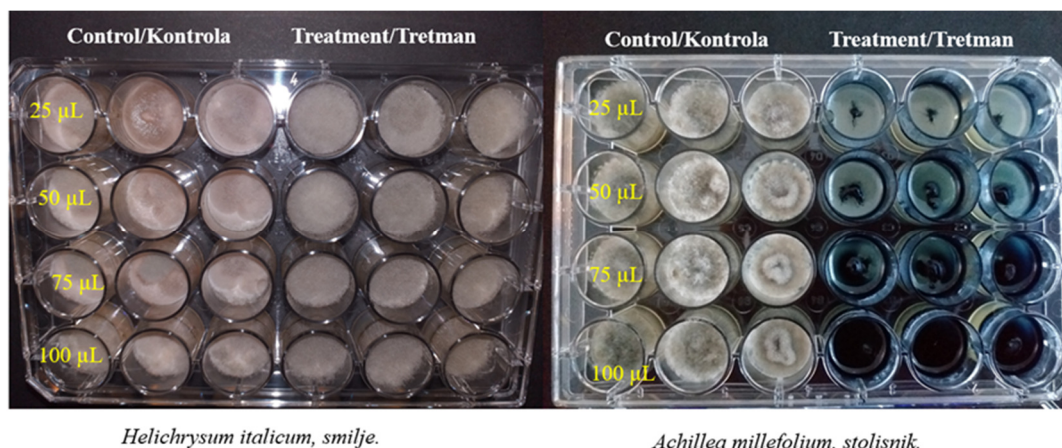


Figura 5.4. Metoda de microdiluție – *Helichrysum* și *Achillea*.

Tabelul 5.4. Influența uleiurilor esențiale asupra creșterii miceliului *B. cinerea* – metoda macrodiluției după 96 de ore (0 = suprimarea creșterii, 1 = 25% creșterea miceliului, 2 = 50% creșterea miceliului, 3 = 75% creșterea miceliului, 4 = 100 % din creșterea miceliului).

Olei esențial/concentrație	25 μL	50 μL	75 μL	100 μL
<i>H. oleum</i>	1	1	0	0
<i>A. millefolium</i>	0	1	0	0
<i>H. italicum</i>	4	4	4	4
<i>L. hybrida</i>	0	0	0	0
<i>S. officinalis</i>	0	0	0	0
<i>M. piperita</i>	0	0	0	0
<i>T. vulgaris</i>	0	0	0	0
<i>R. officinalis</i>	3	3	2	0
<i>O. compactum</i>	3	3	1	0

Nouă uleiuri esențiale (anason, pin, coajă de scorțișoară, citronella, arbore de ceai, chiparos, eucalipt, cuișoare, lavandă) au fost testate pentru activitatea antifungică *in vitro* pe două ciuperci fitopatogene din sol *Globisporangium ultimum* și *Globisporangium irregular* [Petrić și colab., 2021]. Uleiurile esențiale au fost aplicate în trei cantități (5, 15 și 30 μL). Zona de inhibiție a fost măsurată în a patra și a opta zi după inoculare.



Eficacitatea uleiurilor esențiale a variat în funcție de cantitatea aplicată și de speciile specifice de ciuperci. După opt zile, uleiurile de cuișoare, anason, coajă de scorțișoară și citronella au prezentat cea mai puternică activitate antifungică împotriva *G. ultimum* (Tabelul 5.5), indiferent de cantitatea aplicată. Cu toate acestea, pentru *G. irregulare*, uleiul de cuișoare a prezentat cea mai puternică activitate antifungică în toate cantitățile testate. Pe de altă parte, uleiurile de pin și chiparos au demonstrat cea mai slabă activitate antifungică împotriva ambilor agenți patogeni, indiferent de cantitatea aplicată. Aceste rezultate evidențiază importanța luării în considerare a uleiului esențial specific, a cantității utilizate și a speciilor de ciuperci vizate atunci când se utilizează uleiuri esențiale pentru proprietățile lor antifungice.

Tabelul 5.5. Efectul uleiurilor esențiale asupra creșterii miceliului a *Globisporangium ultimum* (zona de inhibiție în mm).

Ulei	5 μ L		15 μ L		30 μ L	
	Ziua 4.	Ziua 8.	Ziua 4.	Ziua 8.	Ziua 4.	Ziua 8.
Lavandă	0	0	30.0	24.0	23.8	18.7
Citronella	13.0	0	25.0	23.0	30.0	30.0
Arbore de ceai	0	0	30.0	18.3	22.4	22.4
Coajă de scorțișoară	14.3	0	16.7	15.0	17.6	15.0
Eucalipt	0	0	0	0	20.7	20.6
Pin	0	0	0	0	0	0
Anason	10.3	0	30.0	18.3	19.4	14.7
Chiparos	0	0	0	0	0	0
Cuișoare	16.7	15.0	21.0	18.0	23.4	16.4
Control	0	0	0	0	0	0
LSD 0.05	0.26	0.11	0.31	1.17	1.38	1.49

A fost efectuat un studiu *in vitro* pentru a investiga impactul diferitelor volume a douăsprezece uleiuri esențiale asupra creșterii ciupercilor fitopatogene semnificative din punct de vedere economic, *Fusarium oxysporum* și *Botrytis cinerea* [Palfi et al., 2019]. Activitatea antifungică a uleiurilor esențiale a fost comparată cu fungicidul comercial.



Rezultatele au arătat că eficiența uleiurilor esențiale în inhibarea creșterii fungice a scăzut în timp și a variat în funcție de ciuperca fitopatogenă specifică și de volumul de ulei esențial aplicat. Dintre uleiurile esențiale testate, uleiul de cimbru a prezentat cel mai puternic efect antifungic asupra ambelor ciuperci, cu cele mai scăzute valori pentru IC_{50} . Pe de altă parte, uleiurile esențiale de eucalipt și lămâie au avut cel mai slab efect antifungic, cu cele mai mari valori IC_{50} .

Anumite uleiuri esențiale, atunci când sunt aplicate la volume specifice, au demonstrat efecte inhibitoare comparabile sau chiar mai bune asupra creșterii miceliului în comparație cu fungicidele testate.

Ca parte a cercetării despre posibilitatea de a controla *Passalora fulva* cu uleiuri esențiale, Novak (2012) a investigat eficacitatea următoarelor uleiuri: anason, rozmarin, cuișoare, frunze de scorțișoară, salvie medicinală și cimbru. Figurile 5.5 și 5.6 arată germinarea conidiilor înregistrată în prezența controlului și a uleiului de cimbru și scorțișoară. Din imagini reiese că tuburi germinale semnificativ mai lungi au fost înregistrate la grupul control, decât la cel tratat cu uleiuri.

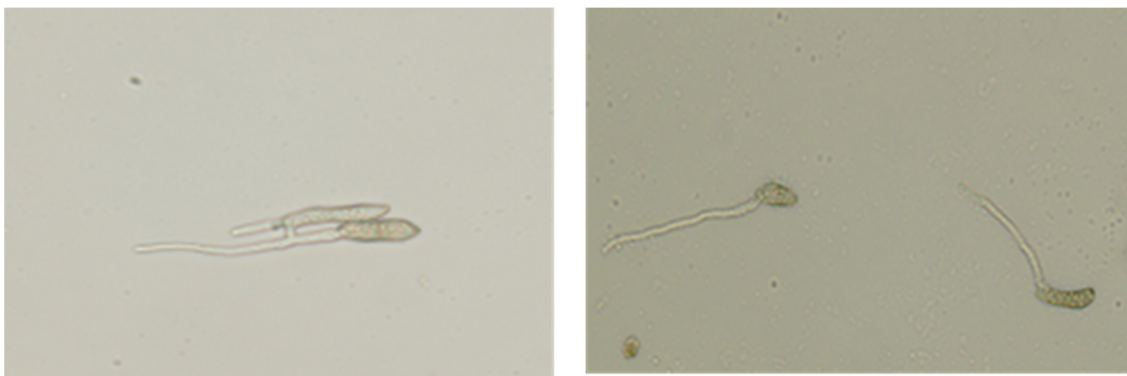


Figura 5.5. Germinarea conidiilor la grupul control (fotografie utilizată cu acordul lui A. Novak).

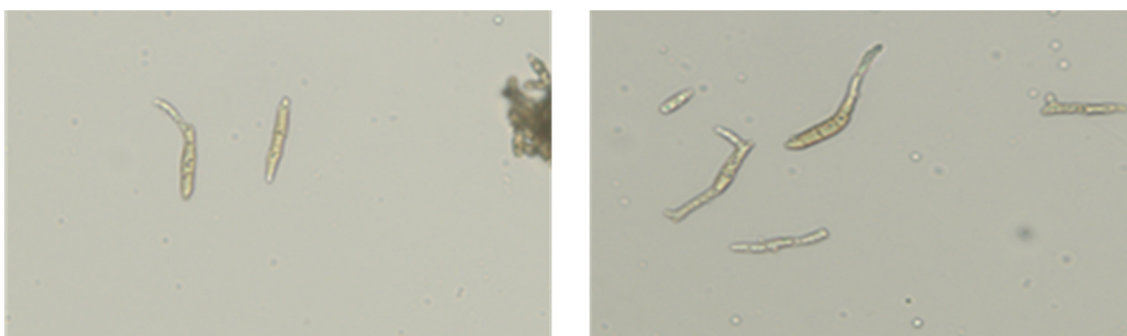


Figura 5.6. Germinarea conidiilor la grupul tratat cu ulei de cimbru și scorțișoară (fotografie utilizată cu acordul lui A. Novak)



Tabelele 5.6 și 5.7 prezintă rezultatele datelor statistice obținute pe baza lungimii tuburilor germinale măsurată după 7 zile pentru fiecare ulei la o concentrație de 1%. Din date este evident că toate uleiurile dau rezultate mai bune în comparație cu controlul. Cele mai bune rezultate au fost înregistrate la utilizarea uleiului de cuișoare. În cazul altor uleiuri, nu au existat diferențe statistice semnificative între ele, indiferent de concentrația uleiului.

Tabelul 5.6. Valorile medii ale lungimii tubului germinativ în uleiuri la o concentrație de 1% (10 μ L/1 mL) măsurate după 7 zile [Novak, 2012].

Ulei	Valoare medie
Anason	2,201 c
Rozmarin	3,9603 c
Cuișoare	1,1826 c
Scorțișoară	5,372 b
Salvie medicinală	1,446 c
Cimbru	1,609 c
Control	20,927 a

Tabelul 5.7. Analiza varianței pentru lungimea tuburilor germinale măsurată după 7 zile între diferite uleiuri la concentrație de 1% (10 μ L/1 mL) [Novak, 2012].

Surse de variabilitate	n-1	SS	s ²	F _{exp.}
Total	209	17877,61		
Între uleiuri	203	8846,912	43,58085	34,53*
Uleiuri	6	9030,703	1505,117	

Alte constatări importante ale activității antifungice *in vitro* a uleiurilor esențiale sunt rezumate în Tabelul 5.8.



Tabelul 5.8. Efectul antifungic al unor uleiuri esențiale asupra ciupercilor fitopatogeni.

Plante testate	Tipuri de ciuperci fitopatogeni	Bibliografie
<i>Cestrum nocturnum</i> (iasomie de noapte)	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Colletotrichum capsici</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>Phytophthora capsici</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Al-Reza et al. (2010)
<i>Cinnamomum verum</i> (<i>C. zeylanicum</i>) (Arbore de scorișoară Ceylon)	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Alternaria sp.</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus sp.</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Colletotrichum coccodes</i> , <i>C. gloeosporioides</i> , <i>Diaporthe helianthi</i> , <i>D. phaseolorum var. caulivora</i> , <i>Fusarium avenaceum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. fujikuroi</i> , <i>Fusarium oxysporum f.sp. ciceri</i> , <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> , <i>F. oxysporum f.sp. melonis</i> , <i>F. oxysporum f.sp. fragariae</i> , <i>F. proliferatum</i> , <i>F. verticillioides</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>Helminthosporium sativum</i> , <i>Passalora fulva</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Phomopsis longicolla</i> , <i>Phomopsis viticola</i> , <i>Rhizopus sp.</i> , <i>R. stolonifera</i>	Behtoei (2012), Gupta et al. (2008), Siripornvisal et al. (2009), Sukatta et al. (2008), Velluti et al. (2003), Ćosić et al. (2010), Novak (2012), Roselló et al. (2015), Park et al. (2017)
<i>Malaleuca alternifolia</i> (arbore de ceai)	<i>Botrytis cinerea</i>	Li et al. (2017), Shao et al. (2013)
<i>Origanum compactum</i> , <i>Origanum vulgare</i> (oregano)	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Giberella fujikuroi</i> , <i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. graminearum</i>	Adebayo et al. (2013), Rosello et al. (2015) Zhao et al. (2021) Harčárová et al. (2021)
<i>Foeniculum vulgare</i> (fenicul)	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>F. oxysporum f.sp. fragariae</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Verticillium fungicola var. fungicola</i>	Soylu et al. (2007), Tanović et al (2009), Khaledi et al. (2014), Park et al. (2017), Pedrotti et al (2017)



<i>Thymus vulgaris</i> (cimbru)	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>A. flavus</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Diplodia</i> sp., <i>Cryphonectria parasitica</i> , <i>Colletotrichum coccodes</i> , <i>Diaporthe helianthi</i> , <i>D. phaseolorum</i> var. <i>caulivora</i> , <i>Fusarium avenaceum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. subglutinans</i> , <i>F. verticillioides</i> , <i>Helminthosporium sativum</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Passalora fulva</i> , <i>Phomopsis longicolla</i> , <i>P. viticola</i> , <i>Phytophthora cactorum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium aphanidermatum</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Monilinia laxa</i> , <i>M. fructigena</i> , <i>M. fructicola</i>	El-Zemity and Ahmed (2005), Kim et al. (2008), Ćosić et al. (2010), Moghtader (2012), Abdolahi et al. (2010), Abdollahi et al. (2011), Amini et al. (2012), Novak (2012), Harčárová et al. (2021), Elshafie et al. (2015)
<i>Pinus sylvestris</i> (pin silvestru)	<i>Colletotrichum coccodes</i> , <i>Helminthosporium sativum</i>	Ćosić et al. (2010)
<i>Ocimum basilicum</i> (busuioc)	<i>Alternaria brassicicola</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Fusarium proliferatum</i> , <i>F. verticillioides</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>Pyricularia grisea</i>	Piyo et al. (2009), Abdolahi et al. (2010), Harčárová et al. (2021)
<i>Salvia officinalis</i> (salvie)	<i>Cladobotryum</i> sp., <i>Colletotrichum coccodes</i> , <i>Fusarium verticillioides</i> , <i>Helminthosporium sativum</i> , <i>Mycogone perniciosa</i> , <i>Passalora fulva</i> , <i>Verticillium fungicola</i> . var. <i>fungicola</i> , <i>Phomopsis viticola</i>	Tanović et al. (2009), Ćosić et al. (2010), Novak (2012)
<i>Carum carvi</i> (chimen)	<i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Curvularia lunata</i> , <i>Fusarium equiseti</i> , <i>Alternaria alternata</i> , <i>Botryodiplodia theobromae</i> , <i>Colletotrichum corchori</i>	Begum et al. (2008)
<i>Illicium verum</i> (anason stelat)	<i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus niger</i>	Alhajj et al. (2019)
<i>Mentha x piperita</i> (mentă)	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Verticillium dahliae</i>	Tančinova et al. (2022), Luković et al. (2019)
<i>Lavandula angustifolia</i> (lavandă)	<i>Botrytis cinerea</i>	Tančinova et al. (2022)



<i>Cymbopogon flexuosus</i> (lemongrass)	<i>Botrytis cinerea</i>	Tančinova et al. (2022)
<i>Eugenia caryophyllus</i> (cuişoare)	<i>Fusarium equiseti</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. oxysporum f. sp. lycopersici</i>	Grzanka et al. (2021), Sharma et al. (2017)
<i>Sesamum indicum</i> (susan)	<i>Botrytis cinerea</i>	Samara et al. (2021)

Bibliografie

Abdolahi, A., Hassani, A., Ghosta, Y., Iraj, B., Meshkatalasadat, M.H. (2010). *Study on the potential use of essential oils for decay control and quality preservation of Tabarzeh table grape. Journal of Plant Protection Research*, 50(1): 45-52.

Abdollahi, A., Hassani, A., Ghosta, Y., Meskhatalasadat, M.H., Shabani, R. (2011). *Screening of antifungal properties of essential oils extracted from sweet basil, fennel, summer savory and thyme against postharvest phytopathogenic fungi. Journal of food safety*, 31: 350-356.

Adebayo, O., Dang, T., Belenger, A., & Khanizadeh, S. (2013). *Antifungal Studies of Selected Essential Oils and Commercial Formulation against Botrytis cinerea. Journal of Food Research*, 2(1), 217-226.

Alhajj, M.S., Qasem, M.A.A., Jar El Nabi, A.R., Al-Mufarrej, S.I. (2019). *In-vitro antibacterial and antifungal effects of high levels of star anise. Rev. Bras. Cie. Avic.*, (21(1): 001-008.

Al-Reza, S.M., Rahman, A., Ahmed, Y., Kang, S.C. (2010). *Inhibition of plant pathogens in vitro and in vivo with essential oil and organic extracts of Cestrum nocturnum L. Pesticide Biochemistry and Physiology*, 96: 86-92.

Amini, M., Safaie, N., Salmani, M.J., Shams-Bakhsh, M. (2012). *Antifungal activity of three medicinal plant essential oils against some phytopathogenic fungi. Trakia Journal of Sciences*, 10(1): 1-8.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. (2008). *Biological effects of essential oils—a review. Food Chem Toxicol.*, 46: 446–475.



- Begum, J., Bhuiyan, M.N.I., Chowdhury, J.U., Hoque, M.N., Anwar, M.N. (2008). *Antimicrobial activity of essential oil from seeds of Carum carvi and its composition. Bangladesh J. Microbiol.*, 25(2): 85-89.
- Behtoei, H., Amini, J., Javadi, T., Sadeghi, A. (2012). *Composition and in vitro antifungal activity of Bunium persicum, Carum copticum and Cinnamomum zeylanicum essential oils. J. Med. Plants Res.* 6(37), 5069-5076.
- Burt, S. (2004). *Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. Int J Food Microbiol*, 94(3): 223-253.
- Ćosić, J, Vrandečić, K, Poštić, J, Jurković, D, Ravlić, M. (2010). *In vitro antifungal activity of essential oils on growth of phytopathogenic fungi. Poljoprivreda*, 16(2): 25-28.
- Daferera, D.J., Ziogas, B.N., Polissiou, M.G. (2003). *The effectiveness of plant essential oils on the growth of Botrytis cinerea, Fusarium sp. and Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis. Crop protection*, 22: 39-44.
- Dorman, H.J.D., Deans, S.G. (2000). *Antimicrobial agents from plants: Antimicrobial activity of plant volatile oils. J. Appl. Microbiol.*, 88: 308-316.
- Elshafie, H.S., E. Mancini, I., Camele, L., De Martino, De Feo, V. (2015). *In vivo antifungal activity of two essential oils from Mediterranean plants against postharvest brown rot disease of peach fruit. Ind. Crops Prod.*, 66: 11-15.
- El-Zemity, S.R., Ahmed, S.M. (2005). *Antifungal activity of some essential oils and their major chemical constituents against some phytopathogenic fungi. J. Pest. Cont. & Environ. Sci.*, 13(1): 61-72.
- Ereš, H. (2022). *Utjecaj temperature i eteričnih ulja na rast fitopatogene gljive Rhizoctonia solani. Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek, MSc thesis.*
- Grata, K. (2016). *Sensitivity of Fusarium solani isolated from asparagus on essential oils. Ecological Chemistry and Engineering. A*, 23(4).
- Grzanka, M., Sobiech, L., Danielewicz, J., Horoszkiewicz-Janka, J., Skrzypczak, G., Sawinska, Z., Radzikowska, D., Świtek, S. (2021). *Impact of essential oils on the development of pathogens of the Fusarium genus and germination parameters of selected crops. Open chemistry*, 19(1): 884-893.



- Gupta, C., Garg, A. P., Uniyaj, R.C., Kumari, A. (2008). *Comparative analysis of the antimicrobial activity of cinnamon oil and cinnamon extract on some food-borne microbes. African Journal of Microbiology Research* 2(9), 247-251.
- Harčárová, M, Čonková, E, Proškovcová, M, Váczi, P, Marcinčáková, D, Bujňák, L. (2021). *Comparison of antifungal activity of selected essential oils against Fusarium graminearum in vitro. Ann. Agric. Environ. Med.*, 28(3): 414–418.
- Holley, R.A., Patel, D. (2005). *Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiol.*, 22: 273-292.
- Hyldgaard, M., Mygind, T., Meyer, R.L. (2012). *Essential oils in food preservation: mode of action, synergies and interactions with food matrix components. Frontiers in Microbiology*, 3(12): 1-24.
- Jelenić, J., Ilić, J., Ćosić, J., Vrandečić, K., Velki, M. (2020). *Antifungalno djelovanje eteričnih ulja domaćih bilja Hrvatske na uzročnika sive plijesni (Botrytis cinerea) s vinove loze. Poljoprivreda*, 26(2): 58-64.
- Juven, B.J., Kanner, J., Schved, F., Weisslowicz, H. (1994). *Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. J. Appl. Bacteriol.*, 76: 626-631.
- Kalagatur, N. K., Mudili, V., Siddaiah, C., Gupta, V. K., Natarajan, G., Sreepathi, M. H., Putcha, V. L. (2015). *Antagonistic activity of Ocimum sanctum L. essential oil on growth and zearalenone production by Fusarium graminearum in maize grains. Frontiers in microbiology*, 6, 892.
- Khaledi, N., Taheri, P., Tarighi, S. (2014). *Antifungal activity of various essential oils against Rhizoctonia solani and Macrophomina phaseolina as major bean pathogens. Journal of Applied Microbiology*, 118, 704-717.
- Kim, J., Lee, Y.S., Lee, S.G., Shin, S.C. (2008). *Fumigant antifungal activity of plant essential oils and components from West Indian bay (Pimenta racemosa) and thyme (Thymus vulgaris) oils against two phytopathogenic fungi. Flavour Frag. J.* 23, 272-277.
- Knobloch, K., Pauli, A., Iberl, N., Wies, N., Weigand, H. (1988). *Mode of action of essential oil components on whole cell of bacteria and fungi in plate test. Bioflavour. Walter de Gruyther, Berlin.*



- Li, Y., Shao, X., Xu, J., Wei, Y., Xu, F., Wang, H. (2017). *Effects and possible mechanism of tea tree oil against Botrytis cinerea and Penicillium expansum in vitro and in vivo test. Canadian Journal of Microbiology*, 63(3), 219-227.
- Luković, J., Todorović, B., Milijašević-Marčić, S., Rekanović, E., Kostić, M., Đurović-Pejčev, R., Potočnik, I. (2019). *Antifungal activity of plant essential oils against Verticillium dahliae Klebahn, the causal agent of Verticillium wilt of pepper. Pestic. Phytomed.*, 34(1): 39-46.
- Marín, S., Velluti, A., Ramos, A. J., Sanchis, V. (2004). *Effect of essential oils on zearalenone and deoxynivalenol production by Fusarium graminearum in non-sterilized maize grain. Food Microbiology*, 21(3), 313-318.
- Moghtader, M., Salari, H., Farahmand, A. (2011). *Evaluation of the antifungal effects of rosemary oil and comparison with synthetic borneol and fungicide on the growth of Aspergillus flavus. Ecology and The Natural Environment*, 3(6), 210-214.
- Moumni, M., Romanazzi, G., Najar, B., Pistelli, L., Amara, H.B., Mezrioui, K., Karous, O., Chaieb, O., Allagui, M.B. (2021). *Antifungal activity and chemical composition of seven essential oils to control the main seedborne fungi of cucurbits. Antibiotics (Basel)*, 10(2): 104.
- Nikkhah, M., Hashemi, M., Habibi Najafi, M. B., Farhoosh, R. (2017). *Synergistic effects of some essential oils against fungal spoilage on pear fruit. Int. J. Food Microbiol.*, 257: 285–294.
- Novak, A. (2012). *Karakterizacija patotipova gljive Passalora fulva (Cooke) U. Braun & Crous uzročnika baršunaste plijesni rajčice u Republici Hrvatskoj. PhD thesis, Faculty of Agriculture in Osijek.*
- Özcan, M.M., Chalchat, J.C. (2006). *Chemical composition and antifungal effect of anise (Pimpinella anisum L.) fruit oil at ripening stage. Annals of Microbiology*, 56(4): 353-358.
- Palfi, M., Konjevoda, P., Vrandečić, K., Čosić, J. (2019). *Antifungal activity of essential oils on mycelial growth of Fusarium oxysporum and Bortytis cinerea. Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31 (7): 544-554.



- Park, J. Y., Kim, S. H., Kim, N. H., Lee, S. W., Jeun, S. C., Hong, J. K. (2017). *Differential Inhibitory Activities of Four Plant Essential Oils on In Vitro Growth of Fusarium oxysporum f. sp. fragariae Causing Fusarium Wilt in Strawberry Plants. The Plant Pathology Journal*, 33(6), 582-588.
- Pedrotti, C., Ribeiro, R. T. S., Schwambach, J. (2017). *Control of Postharvest Fungal Rots on Grapes Using Essential Oil of Foeniculum vulgare Mill. Journal of Agricultural Science*, 9(4), 205-216.
- Perczak, A., Gwiazdowska, D., Marchwińska, K., Juś, K., Gwiazdowski, R., Waśkiewicz, A. (2019). *Antifungal activity of selected essential oils against Fusarium culmorum and F. graminearum and their secondary metabolites in wheat seeds. Archives of microbiology*, 201(8), 1085-1097.
- Perez-Sanchez, R., Inflante, F., Galvez, C., Ubera, J.L. (2007). *Fungitoxic Activity Against Phytopathogenic Fungi and the Chemical Composition of Thymus zygis Essential Oils. Food Sci. Tech. Int.*, 13(5): 341-347.
- Petrić, A., Ereš, H., Vrandečić, K., Ćosić, J. (2021). *Utjecaj eteričnih ulja na rast micelija Globisporangium ultimum i Globisporangium irregulare. Fragmenta phytomedica*, 35(7): 27-33.
- Piyo, A., Udomsilp, J., Khang-Khuan, P., Thobunluepop, P. (2009). *Antifungal activity of essential oils from basil (Ocimum basilicum Linn.) and sweet fennel (Ocimum gratissimum Linn.): Alternative strategies to control pathogenic fungi in organic rice. As. J. Ag-Ind., Special Issue*, 2-9.
- Prakash, B., Kedia, A., Mishra, P. K., Dubey, N. K. (2015). *Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities—Potentials and challenges. Food control*, 47, 381-391.
- Roselló, J., Sempere, F., Sanz-Berzosa, I., Chiralt, A., Santamarina, M. P. (2015). *Antifungal activity and potential use of essential oils against Fusarium culmorum and Fusarium verticillioides. Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 18(2), 359-367.
- Samara, R., Qubbaj, T., Scott, I., McDowell, T. (2021). *Effect of plant essential oils on the growth of Botrytis cinerea Pers.: Fr., Penicillium italicum Wehmer, and P. digitatum (Pers.) Sacc., diseases. Journal of Plant Protection Research*, 61(4): 324-336.



- Shao, X., Wang, H., Xu, F., Cheng, S. (2013). *Effects and possible mechanisms of tea tree oil vapor treatment on the main disease in postharvest strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology*, 77, 94-101.
- Sharma, A., Rajendran, S., Srivastava, A., Sharma, S., Kundu, B. (2017). *Antifungal activities of selected essential oils against Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici 1322, with emphasis on Syzygium aromaticum essential oil. J. Biosci. Bioeng.*, 123(3): 308-313.
- Sikkema, J., De Bont, J.A.M., Poolman, B. (1995). *Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. Microbiol. Rev.*, 59: 201-222.
- Siripornvisal, S., Rungprom, W., Sawatdikarn, S. (2009). *Antifungal activity of essential oils derived from some medicinal plants against grey mold (Botrytis cinerea). As. J. Food Ag-Ind.*, 229-233.
- Soylu, S., Yigitbas, H., Soyly, E.M., Kurt, S. (2007). *Antifungal effects of essential oils from oregano and fennel on Sclerotinia sclerotiorum. Journal of Applied Microbiology*, 103: 1021-1030.
- Suhr, KI, Nielsen, PV (2003). *Antifungal activity of essential oils evaluated by two different application techniques against rye bread spoilage fungi. J. Appl Microbiol.*, 94(4): 665-674.
- Sukatta, U., Haruthaithanasan, V., Chantarapanont, W., Dilokkunanant (2008). *Antifungal activity of clove and cinnamon oil and their synergistic against postharvest decay fungi of grape in vitro. Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 42, 169-174.
- Tančinova, D., Maškova, Z., Mendelova, A., Foltinova, D., Barkorakova, Z., Medo, J. (2022). *Antifungal activities of essential oils in vapor phase against Botrytis cinerea and their potential to control postharvest strawberry gray mold. Foods*, 11(19): 2945.
- Tanović, B., Potočnik, I., Delibasić, G., Ristić, M., Kostić, M., Marković, M. (2009). *In vitro effect of essential oils from aromatic and medicinal plants on mushroom pathogens: Verticillium fungicola var. fungicola, Mycogone perniciosa, and Cladobotryum sp. Arch. Biol. Sci.*, 61(2): 231-237.



Co-funded by
the European Union



Velluti, A., Sanchis, V., Ramos, A.J., Turon, C., Marin, S. (2004). *Impact of essential oils on growth rate, zearalenone and deoxynivalenol production by Fusarium graminearum under different temperature and water activity conditions in maize grain. Journal of Applied Microbiology*, 96(4): 716–724.

Velluti, A., Sanchis, V., Ramos, Egido, J., Marin, S. (2003). *Inhibitory effect of cinnamon, clove, lemongrass, oregano and palmarose essential oils on growth and fumonisin B₁ production by Fusarium proliferatum in maize grain. International Journal of Food Microbiology*, 89, 145-154.

Wilkins, K.M., Board, R.G. (1989). *Natural antimicrobial systems. In: Gould, G.W. (ed.) Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures. Elsevier, London*, 285-362.

Zhao, Y., Yang, Y.H., Ye, M., Wang, K.B., Fan, L.M., Su, F.W. (2021). *Chemical composition and antifungal activity of essential oil from Origanum vulgare against Botrytis cinerea. Food chemistry*, 365(2): 130506.



Capitolul 6. Condiții agrotehnice, cultivarea, recoltarea și depozitarea plantelor medicinale (Pop G, Obistioiu D)

6.1. Introducere

Precondițiile agrotehnice, metodologiile de cultivare, tehnicile de recoltare și procedurile de depozitare constituie componente integrante ale producției de plante medicinale. Cultivarea și protejarea de durată a exemplarelor de plante medicinale sunt condiționate de amestecul diversilor factori și metodologii. Producția de materie primă vegetală este condiționată, atât cantitativ, cât și calitativ, de o serie de factori biologici, ecologici, tehnologici și socio-economici [Civitarese et al., 2023].

Tehnologiile de cultivare a plantelor medicinale și aromatice sunt determinate de specia și tipul de cultură (anuală, biennială și perenă), de organul plantei recoltate (frunze, flori, rădăcini etc.) și de zona de cultură (pentru speciile cu plasticitate ecologică mare) [Pecingină, 2020].

Prin zonarea culturilor se înțelege stabilirea zonelor de favorabilitate a acestora, pe baza confruntării condițiilor naturale ale zonei respective cu cerințele biologice ale speciei ce urmează a fi cultivată.

Optimizarea condițiilor de creștere și dezvoltare a plantelor se face în funcție de cerințele biologice de temperatură, apă, lumină și sol.

6.2. Elemente de tehnologie pentru cultivarea plantelor medicinale și aromatice

În România, producția de plante medicinale și aromatice este reglementată de Legea nr. 491/2003 privind plantele medicinale și aromatice, precum și produsele apicole. Materialul vegetal poate fi obținut din două surse: prin cultivarea plantelor medicinale și aromatice și prin recoltarea acestor specii din sălbăticie.

Calitatea producției de plante medicinale și aromatice cultivate este determinată de următorii factori: factori biologici (certificarea biologică și valoarea calitativă a semințelor și a materialului de însămânțare); factori ecologici (sol și climă); și factori



tehnologici (rotația și amplasarea culturilor, fertilizare, lucrări ale solului, însămânțare sau plantare, lucrări de întreținere și recoltare) [Muntean et al., 2016].

Factori biologici. Conținutul de ingredient activ al plantelor medicinale și aromatice este influențat de: producția ereditară; cerințele de calitate ale soiului; valoarea culturală a materialului de sămânță.

Factori ecologici. Pe lângă o floră diversă și bogată, țara noastră are o mare varietate de condiții de climă și sol. Productivitatea plantelor medicinale și aromatice cultivate și calitatea producției lor este condiționată de factori biologici (valoarea biologică și culturală a materialului folosit pentru însămânțare); factori ecologici (clima solului, orografie); zona ecologică a plantelor și factori tehnologici (rotația, fertilizarea, lucrarea solului, însămânțarea sau plantarea, lucrările solului, recoltarea și condiționarea producției) [Liu et al., 2015].

Temperatură. În timpul ontogenezei, principalele fenomene biologice și fiziologice (absorbția apei și a nutrienților, viteza lor de mișcare, reacții chimice, creșterea și dezvoltarea plantelor) au loc în condiții optime la o anumită temperatură - „optimum armonic” - care este diferită în funcție de specie [Wróbel și colab., 2020].

Lumina. Lumina joacă un rol deosebit în viața plantelor. Prin lumină, energia soarelui este integrată în plantă ca energie potențială. Energia luminoasă este absorbită de clorofilă, care prin procesul de fotosinteză transformă dioxidul de carbon luat din frunze în monozaharide [Kubica et al., 2020].

Principalii pași tehnologici în cultivarea plantelor medicinale și aromatice includ:

- Rotația culturilor
- Fertilizarea
- Lucrări la sol
- Material biologic (semințe și materialul pentru însămânțare)
- Lucrări de întreținere (controlul buruienilor, bolilor și dăunătorilor și irigarea)
- Recoltarea și condiționarea

Pentru a dezvolta tehnologia de cultivare a plantelor medicinale și aromatice, ne bazăm pe cunoașterea măsurilor agrotehnice și fitosanitare pentru a asigura o producție economică eficientă și de înaltă calitate.



Rotația culturilor

Un rol esențial în zonarea corectă a plantelor medicinale îl reprezintă stabilirea culturilor pentru rotație și rotația acestora, care reprezintă ordinea (succesiunea) cultivării plantelor în timp pe aceeași suprafață de teren. Observarea rotației culturilor este foarte importantă pentru a întrerupe ciclul biologic și răspândirea dăunătorilor și bolilor. Se ia în considerare durata ciclului de vegetație (culturi anuale, bienale și perene), perioada de semănat sau de plantare (primăvara, vara sau toamna) și organul sau partea de cultură utilizată.

Cultura anterioară trebuie să îndeplinească anumite condiții din perspectiva rotației, cum ar fi:

- Plantele medicinale și aromatice cu semințe mici și creștere lentă în stadiile incipiente de vegetație trebuie cultivate după plante care lasă terenul foarte curat de buruieni.
- Conțin cantități optime de nutrienți.
- Eliberarea terenului devreme pentru o bună pregătire a solului până la semănat sau plantare, în timp ce plantele perene sunt cultivate în afara rotației.

Speciile din aceeași familie botanică, ca și plantele precedente, nu sunt recomandate din cauza bolilor și dăunătorilor comuni.

Fertilizarea

Creșterea și dezvoltarea plantelor sunt influențate de administrarea de îngrășăminte. Furnizarea de nutrienți este necesară în funcție de etapele de creștere ale plantelor pentru a stimula creșterea echilibrată a masei vegetative cu conținut de principii active. În fertilizarea rațională se au în vedere: rezervele de nutrienți existente în sol și asigurarea raportului optim de nutrienți în funcție de consumul specific fiecărei specii. Studiile specifice de consum de nutrienți arată că speciile cultivate pentru tulpină sau frunze necesită mai mult azot, cele pentru flori și fructe necesită mai mult fosfor, iar cele pentru rădăcină și rizomi necesită mai mult potasiu. Rezultatele cercetării evidențiază contribuția microelementelor în ceea ce privește creșterea producției de masă a plantelor și calitatea principiilor active.



Pregătirea solului

Solul este important datorită caracteristicilor sale: textura, structura, soluția solului, reacția solului și capacitatea de tamponare.

Textura solului, adică compoziția granulometrică a solului, influențează dezvoltarea și capacitatea de absorbție a sistemului radicular, circulația apei, reținerea ionilor nutritivi, capacitatea de schimb cationic, activitatea microbiologică etc.

Structura solului este un factor foarte important în fertilitatea solului, influențând schimbul de gaze, regimul termic, circulația apei și modul în care particulele elementare sunt grupate în agregate structurale. Structura și textura solului sunt acele insuficiențe pentru care plantele au anumite cerințe: speciile cu semințe scăzute și foarte scăzute sunt semănate la mică adâncime, iar în sol trebuie să se asigure un raport favorabil între regimul apă-aer și o aprovizionare adecvată cu substanțe nutritive [Liu et al., 2021].

Lucrările la sol cuprind operațiuni executate cu diverse mașini și utilaje pe sol, care vizează afânarea, spargerea, nivelarea solului, încorporarea de îngrășăminte și îndreptarea solului, combaterea buruienilor, a bolilor și dăunătorilor în culturile de plante medicinale și aromatice prin metode preventive. Aceste lucrări sunt efectuate diferit pentru fiecare specie.

O contribuție semnificativă a lucrărilor solului este aceea că însămânțarea sau plantarea se va face în condiții adecvate, iar plantele vor avea condiții optime de creștere și dezvoltare, rezultând o recoltă bună și de calitate.

Materialul biologic (semințe și materialul folosit la însămânțare)

Trebuie să îndeplinească standardele privind germinația, puritatea, compoziția botanică și starea sanitară. Ar trebui să provină din recolta anterioară, deoarece capacitatea de germinare se pierde rapid. Cantitatea de semințe este determinată în funcție de densitatea culturii, greutatea unei mii de semințe (TSW – thousand seed weight), puritatea și germinarea semințelor. Pentru înmulțirea prin răsaduri sau butași, trebuie îndepliniți indici de calitate, asigurându-se că aceștia sunt sănătoși, respectând distanțele, densitat și adâncimile de plantare specifice culturii. Irigarea imediat după transplantare este esențială pentru supraviețuirea cu succes a plantelor.



Apa influențează cantitatea și calitatea producției vegetale, în sensul că absolut toate procesele vitale biochimice și fiziologice consumate în corpul plantei au loc în prezența apei. Importanța apei constă în: (i) formează soluția solului; (ii) transportă substanțe minerale și sintetice în plantă; (iii) datorită componentelor sale - oxigen și hidrogen - participă în proporții egale cu dioxidul de carbon la procesul de asimilare a clorofilei (sinteza materiei organice); (iv) este mediul reacțiilor de oxidare și reducere; (v) facilitează absorbția și circulația prin vase; (vi) menține tensiunea celulară; (vii) eliberează sau absoarbe energie și reglează temperatura țesutului prin transpirație și evaporare [Herzog et al., 2021].

Lucrări de mentenanță

Combaterea buruienilor se realizează printr-o serie de măsuri care integrează măsuri preventive, curative și biologice.

În Figura 6.1, sunt prezentați pașii pentru asigurarea calității materialului vegetal și menținerea principiilor active pentru asigurarea materiei prime de înaltă calitate. Pentru utilizarea terapeutică a materialului vegetal sunt importante două etape: momentul optim de recoltare și metoda de recoltare, asigurând conținutul de principii active în părțile plantei ce urmează a fi utilizate.

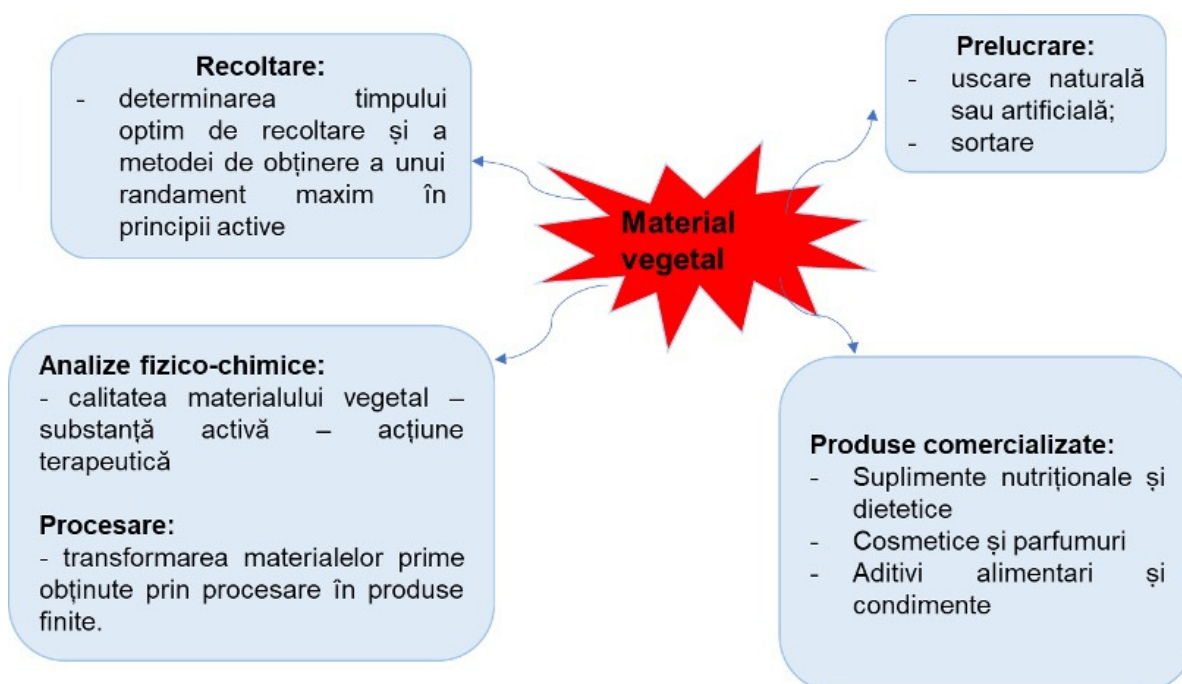


Figura 6.1. Fluxul operațiunilor în procesul de obținere a materialului vegetal.

Trebuie ales momentul optim de recoltare pentru a se asigura ca materialul vegetal să conțină cantitatea maximă de principii active; regulile sunt foarte stricte, eventual exprimate în termeni de calendar, anotimpuri și chiar luni, fenofază de vegetație sau chiar momentul specific al zilei pentru recoltare. Condițiile meteorologice, care afectează declanșarea operațiunii de recoltare, sunt decisive pentru momentul recoltării. În general, plantele medicinale și aromatice trebuie recoltate pe vreme uscată, dimineața după ce roua s-a ridicat, sau după-amiaza până la apus. Plantele medicinale care conțin uleiuri volatile trebuie recoltate în special dimineața înainte de răsărit.

Metoda de recoltare se referă la acțiunea de recoltare în sine, care poate fi mecanică sau manuală, urmărind conservarea principiilor active maxime în materialul colectat. În plus, pentru protecția plantelor medicinale și aromatice și asigurarea perpetuării speciilor, trebuie respectate reguli specifice importante pentru recoltarea speciilor perene pentru anii următori. Recoltarea se face diferit în funcție de specie, de partea de plantă folosită și de anotimp.



6.3. Recoltare, randament și prelucrare

Recoltarea culturilor medicinale și aromatice este o etapă critică în procesul de cultivare pentru se a asigura că plantele sunt la vârf de potență și că uleiurile esențiale și compușii medicinali sunt conservate. Momentul și tehnicile de recoltare pot varia în funcție de specia de plante și de partea plantei care este colectată (de exemplu, frunze, flori, rădăcini, semințe).

Momentul de recoltare poate varia în funcție de specie și de partea de plantă care trebuie recoltată. În general, ierburile sunt culese atunci când sunt în plină floare, dar înainte de a începe să dea semințe, deoarece acesta este momentul în care conținutul de ulei esențial este adesea cel mai mare. Unelte ascuțite, cum ar fi tăietoarele și foarfecele, sunt folosite pentru a minimiza daunele în timpul recoltării. Recoltarea se face de obicei în condiții uscate, deoarece plantele umede pot forma mucegai sau putrezesc în timpul procesului de uscare.

Prelucrarea culturilor medicinale și aromatice este un pas critic pentru extragerea, conservarea și prepararea compușilor valoroși din aceste plante pentru diverse utilizări, inclusiv remedii pe bază de plante, uleiuri esențiale, ceaiuri, aplicații culinare și multe altele. Metodele specifice de procesare pot varia mult în funcție de specia de plante și de produsul final dorit [Vasanthkumar et al., 2023].

După procesare, materialele uscate sau prelucrate trebuie depozitate în recipiente etanșe, ferit de lumină directă, umiditate și fluctuații de temperatură.

Pe scurt, cultivarea prosperă a plantelor medicinale necesită o analiză meticuloasă a parametrilor agrotehnici, cuprinzând atributele solului, condițiile climatice și expunerea la soare. Implementarea tehnicilor de cultivare adecvate, care cuprind selecția judicioasă a semințelor, metodologiile organice și strategiile specifice de combatere a dăunătorilor, reprezintă factori determinanți ai vitalității plantelor. Recoltarea la timp, însoțită de tehnici corecte de uscare și prelucrare, servește la perpetuarea atributelor medicinale. În plus, practicile diligente de depozitare, în combinație cu etichetarea precisă, sunt imperative pentru susținerea calității plantelor medicinale, găzduind astfel un spectru de aplicații, cuprinzând medicina pe bază de plante și produsele farmaceutice.



Progresele recente în culturile medicinale și aromatice transformă modul în care privim și folosim aceste plante. Aceste inovații includ cultivarea durabilă, îmbunătățirea genetică și cercetarea proprietăților lor medicinale. Pe măsură ce lumea acordă prioritate durabilității și sănătății, aceste culturi sunt gata să joace un rol esențial în diverse industrii, inclusiv în agricultură și medicină.

Viitorul este foarte promițător pentru aceste plante versatile și valoroase, cu reproducerea de precizie și cercetarea genomică deschizând noi posibilități în sănătate, agricultură și lumea culinară.

Bibliografie

- ***<https://www.madr.ro/> Law No. 491/2003 regarding Medicinal and Aromatic Plants/
Civitarese, V., Acampora, A., Sperandio, G., Bassotti, B., Latterini, F., Picchio, R. (2023). *A Comparison of the Qualitative Characteristics of Pellets Made from Different Types of Raw Materials*. *Forests*, 14(10), 2025.
- Herzog, J., Wendel, R., Weidler, P.G., Wilhelm, M., Rosenberg, P., Henning, F. (2021). *Moisture Adsorption and Desorption Behavior of Raw Materials for the T-RTM Process*. *Journal of Composites Science*, 5(1), 12.
- Kubica, P., Szopa, A., Prokopiuk, B., Komsta, Ł., Pawłowska, B., Ekiert, H. (2020). *The influence of light quality on the production of bioactive metabolites - verbascoside, isoverbascoside and phenolic acids and the content of photosynthetic pigments in biomass of Verbena officinalis L. cultured in vitro*. *J Photochem Photobiol B.*, 203, 111768.
- Muntean, L.S., et al. (2016). *Tratat de plante medicinale cultivate si spontane*. Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.
- Liu, S., Qin, T., Dong, B., Shi, X., Lv, Z., Zhang, G. (2021). *The Influence of Climate, Soil Properties and Vegetation on Soil Nitrogen in Sloping Farmland*. *Sustainability*, 13(3), 1480.
- Liu, W., Liu, J., Yin, D., Zhao, X. (2015). *Influence of ecological factors on the production of active substances in the anti-cancer plant Sinopodophyllum hexandrum (Royle) T.S. Ying*. *PLoS One*, 10(4), e0122981.



Co-funded by
the European Union



Pecingină, I.R. (2020). *Aspects regarding the cultivation and use of aromatic plants in food. Annals of the „Constantin Brancusi” University of Targu Jiu, Engineering Series*, 4.

Vasanthkumar, S.S., Pooja, U.K., Priya, L., Kumaresan, M., Rubika, R., Gowshika, R. (2023). *Recent advances in medicinal and aromatic crops. Horticulture Science*, 2. ISBN 978-81-19821-12-9.

Wróbel, M., Jewiarz, M., Mudryk, K., Knapczyk, A. (2020). *Influence of Raw Material Drying Temperature on the Scots Pine (Pinus sylvestris L.) Biomass Agglomeration Process—A Preliminary Study. Energies*, 13(7), 1809.



Capitolul 7. Plante medicinale cu eficacitate dovedită împotriva tulpinilor bacteriene patogene medicale (Obistioiu D, Pop G, Voica D, Avram D)

De-a lungul istoriei, flora medicinală a fost folosită pentru o perioadă extinsă pentru a atenua diverse boli medicale, un subset al acestor specii botanice demonstrând eficacitatea verificată empiric împotriva tulpinilor bacteriene patogene. Utilizarea plantelor medicinale care posedă attribute antibacteriene a căpătat relevanță în lumina provocării crescânde reprezentate de rezistența la antibiotice, precipitând o explorare a modalităților terapeutice alternative.

Plantele și alte surse naturale pot furniza mulți compuși complexi și diverși din punct de vedere structural. Extractele de plante și uleiurile esențiale cu proprietăți antifungice, antibacteriene și antivirale au fost analizate în întreaga lume ca surse potențiale de noi compuși antimicrobieni, conservanți alimentari și tratamente alternative pentru boli infecțioase.

Proprietăți antiseptice, antibacteriene, antivirale, antioxidante, antiparazitare, antifungice și insecticide au fost atribuite uleiurilor esențiale. Uleiurile esențiale (EO) pot fi așadar un instrument puternic pentru combaterea microorganismelor rezistente [Chouhan et al., 2017; Duque-Soto et al., 2023]. Deși lucrările de pionierat au elucidat mecanismele de acțiune ale mai multor componente în trecut, cunoștințele detaliate despre mecanismele de acțiune ale mării majorități a compușilor încă lipsesc [Chouhan et al., 2017].

Este aproape un deceniu de când Alexander Fleming a descoperit penicilina. De atunci, antibioticele au demonstrat o valoare incalculabilă atât în ceea ce privește beneficiile mentale, cât și materialele, jucând un rol esențial în salvarea a nenumărate vieți. Cu toate acestea, apariția erei antibioticelor a fost însoțită de apariția unei noi amenințări, și anume rezistența antimicrobiană. Acest lucru a atins în prezent un punct în care finalizarea cu succes a centenarului erei antibioticelor este limitată [Rahman și Sarker, 2020].



Rolul actual al oamenilor de știință din întreaga lume este de a aborda provocarea de a descoperi noi surse de medicamente antimicrobiene eficiente sau de a le proiecta și sintetiza. De-a lungul istoriei, plantele medicinale au reprezentat o sursă valoroasă de molecule cu potențial terapeutic. Medicina populară în diferite civilizații s-a bazat istoric pe produse naturale, iar în prezent, plantele medicinale rămân o sursă importantă pentru identificarea noilor piste de medicamente [Atanasov et al., 2015].

Plantele medicinale oferă o rezervă aproape nemărginită de compuși bioactivi, iar aplicarea lor ca agenți antimicrobieni a fost utilizată în diferite moduri. Agenții antimicrobieni naturali pot funcționa independent sau alături de antibiotice pentru a crește eficacitatea împotriva unui spectru larg de microbi [Fazly Bazzaz et al., 2016].

Compușii antimicrobieni derivați din plante medicinale au potențialul de a inhiba creșterea bacteriilor, ciupercilor, virusurilor și protozoarelor prin mecanisme care diferă de cele ale medicamentelor antimicrobiene utilizate în prezent. Acest lucru poate conferi o valoare clinică semnificativă în tratamentul tulpinilor microbiene rezistente. Unii dintre acești compuși activi demonstrează atât activitate antibacteriană intrinsecă, cât și activități de modificare a rezistenței la antibiotice. Altele, deși nu sunt eficiente ca antibiotice de sine stătătoare, pot ajuta la combaterea rezistenței la antibiotice atunci când sunt combinate cu antibiotice. Complexitatea chimică a acestor compuși sugerează un potențial terapeutic promițător, deoarece pot prezenta mai puține efecte secundare și o probabilitate redusă de a dezvolta rezistență în comparație cu medicamentele sintetice [Ruddaraju et al., 2020].

EO (uleiuri volatile) sunt lichide aromatice, uleioase extrase din plante (frunze, muguri, fructe, flori, ierburi, ramuri, scoarță, lemn, rădăcini și semințe) [El Kolli et al., 2016; Safaei-Ghomi și Ahd, 2010]. În ultimii ani, a crescut interesul pentru cercetarea și dezvoltarea de noi agenți antimicrobieni derivați din diverse surse pentru a combate rezistența microbiană, ca amikacina [Chouhan și colab., 2017; Basavegowda și Baek, 2022].

Compoziția, grupele funcționale ale componentelor active și interacțiunile lor sinergice determină activitatea antimicrobiană. Mecanismul de acțiune antimicrobian diferă în funcție de tipul de produs natural sau de tulpina de microorganism. Este bine cunoscut faptul că bacteriile Gram-pozitive sunt mai susceptibile la activitatea



produselor naturale din plante decât bacteriile Gram-negative. Acest lucru se datorează faptului că bacteriile Gram-negative au o membrană exterioară rigidă și mai complexă, bogată în lipopolizaharide (LPS), limitând astfel difuzia compușilor hidrofobi. În schimb, bacteriile Gram-pozitive sunt înconjurată de un perete gros de peptidoglican care nu este suficient de dens pentru a rezista la moleculele mici de antimicrobiene, facilitând astfel accesul acestora prin membrana celulară. Datorită extremităților lipofile ale acidului lipoteicoic din membrana celulară, bacteriile Gram-pozitive pot facilita și pătrunderea compușilor hidrofobi din EO [Chouhan et al., 2017; Balouiri și colab., 2016].

Mai multe studii au demonstrat că moleculele bioactive se pot atașa de suprafața celulei și traversează bariera fosfolipidă a membranei celulare. Acumularea lor perturbă integritatea structurală a membranei celulare, care poate fi dăunătoare, modificând metabolismul celular și provocând moartea celulară [Basavegowda și Baek, 2022]. Interacțiunea dintre antimicrobienele dintr-un amestec poate avea trei rezultate distincte: sinergice, aditive sau antagoniste [Chouhan et al., 2017; Yang și colab., 2022; Zhang și colab., 2017].

Datorită dezvoltării bacteriilor rezistente la antibiotice și a lipsei de antibiotice noi pe piață, este necesar să se dezvolte strategii alternative pentru tratarea infecțiilor cauzate de acțiunea acestor bacterii rezistente. Printre strategiile propuse se numără crearea de alternative la antibiotice și descoperirea sau dezvoltarea adjuvanților. Combinarea antibioticelor cu medicamente non-antibiotice reprezintă o posibilitate. Antibioticele pot fi, de asemenea, combinate cu adjuvanți sau agenți antimicrobieni selectați din rezervorul de compuși bioactivi naturali [Balouiri și colab., 2016].

Familia Lamiaceae cuprinde 236 de genuri și peste 7.000 de specii, ceea ce o face cea mai mare familie din ordinul Lamiales. Această familie este distribuită aproape global, cu multe specii cultivate pentru frunzele lor aromate și florile atractive. Familia Lamiaceae este deosebit de apreciată de oameni pentru ierburile care oferă aromă, parfum sau beneficii medicinale. Majoritatea membrilor familiei sunt ierburi perene sau anuale cu tulpini pătrate, deși unii sunt arbuști sau subarbuști lemnoși. De obicei, frunzele sunt simple, dispuse opus, parfumate și conțin uleiuri volatile. Florile se formează în general în ciorchini, având corole tubulare bilabiate (petale unite) și caliciu



cu cinci lobi, în formă de clopot (sepalele unite). Fructul este de obicei o nucă uscată [<https://www.britannica.com/plant/Lamiaceae>, accesat în 2024].

Origanum vulgare (oregano)

Este o plantă aromatică răspândită în Asia, Europa și Africa de Nord. În mod tradițional, oregano este folosit pentru a trata probleme respiratorii, tulburări digestive, afecțiuni dermatologice și diverse alte afecțiuni inflamatorii și infecțioase. Uleiurile esențiale de oregano au prezentat CMI (concentrații minime inhibitoare) cuprinse între 0.03 și 100 $\mu\text{g/mL}$ împotriva bacteriilor *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli* și *Acinetobacter* [Thielmannannii; Lu și colab., 2018].

Thymus vulgaris (cimbrul)

Cimbrul este un arbust aromatic originar din regiunea mediteraneană. Părțile sale aeriene sunt utilizate în mod tradițional ca antihelmintic, antispasmodic și carminativ în tulburările digestive, precum și pentru probleme respiratorii, cum ar fi tusea, bronșita, laringita și durerile de gât. Uleiurile esențiale de cimbru au arătat concentrații minime inhibitorii (CMI) variind de la 512 la 1024 $\mu\text{g/mL}$ împotriva *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus* și *Streptococcus pyogenes*. Principalii constituenți ai uleiului esențial de cimbru sunt compușii monoterpenici precum carvacrolul, timolul, γ -terpinenul și p-cimenul, care acționează sinergic pentru a spori eficacitatea antimicrobiană a acestuia [Antih et al., 2021].

Rosmarinus officinalis (rozmarinul)

Rozmarinul este un arbust originar din regiunea mediteraneană, cultivat ca plantă ornamentală aromatică. Frunzele de rozmarin au multe utilizări tradiționale bazate pe acțiunile lor antibacteriene, carminative, antispastice și coleretice. De asemenea, s-a raportat că tratează infecțiile tractului urinar, leishmanioza, precum și alte infecții microbiene și inflamații. Uleiul esențial, obținut din părțile aeriene, a prezentat CMI variind de la 0.3 la 1.72 $\mu\text{g/mL}$ pentru *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Bacillus pumilis*, *Salmonella poona*, *S. aureus* și *E. coli* și de la 7.03 la 450 $\mu\text{g/mL}$



pentru *L. monocytogenes*, *P. aeruginosa* [Santos et al., 2017; Hussain et al., 2010]. Limonenul, camforul, eucaliptolul, α -pinen, oxidul de Z-linalool și borneolul sunt printre constituenții majori ai uleiului esențial de rozmarin, compuși responsabili pentru activitatea sa antibacteriană. Extractele etanolice de rozmarin au demonstrat, de asemenea, CMI variind de la 4.10 la 8.10 $\mu\text{g/mL}$ împotriva *Staphylococcus aureus*, *E. coli* și *Salmonella* sp [Manilal și colab., 2021].

Mentha x piperita (menta)

Este un hibrid de *Mentha spicata* L. (mentă) și *Mentha aquatica* L. (variante de apă). *M. x piperita* este originară din regiunea mediteraneană și este cultivată în întreaga lume. În mod tradițional, a fost folosită pentru a trata o gamă largă de afecțiuni, inclusiv iritarea pielii, arsuri solare, dureri în gât, febră, dureri musculare, congestie nazală, indigestie și boli infecțioase. Uleiurile esențiale derivate din mentă au demonstrat activități antimicrobiene, antimalarice și anti-giardia *in vitro*. Acestea au prezentat concentrații minime inhibitorii (CMI) variind de la 0.5 la 8 $\mu\text{g/mL}$ împotriva *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *Salmonella typhi* și *Klebsiella pneumoniae* [Abolfazl et al., 2021]. S-a raportat că monoterpenele precum mentolul și mentona sunt responsabile pentru activitatea antibacteriană. Un studiu *in vivo* a demonstrat că unguentele cu ulei esențial de mentă au îmbunătățit procesul de vindecare într-un model de rană infectat cu *S. aureus* și *P. aeruginosa* [Modarresi et al., 2019].

Salvia officinalis L. (salvia)

Salvia este o plantă aromatică originară din regiunile mediteraneene și din Orientul Mijlociu, dar a fost naturalizată în întreaga lume. În medicina tradițională, *S. officinalis* este utilizată pentru a trata diverse afecțiuni, inclusiv ulcere, gută, reumatism, inflamații, amețeli, tremor, paralizie, diaree și hiperglicemie. Uleiurile esențiale de salvie au prezentat concentrații minime inhibitorii (CMI) variind de la 7.08 la 450 $\mu\text{g/mL}$ împotriva *Y. lipolytica*, *L. monocytogenes* și *P. aeruginosa*. Extractele etanolice au prezentat CMI de 62.5 $\mu\text{g/mL}$ împotriva *Streptococcus pyogenes* [Wijesundara și Rupasinghe, 2019]. Oxidul de Z-linalool, limonenul, camforul, α -pinenul și borneolul



sunt principalii constituenți responsabili pentru activitatea antibacteriană a uleiului esențial, în timp ce acidul rozmarinic, quercetina, acidul elagic, acidul ursolic, galatul de epigallocatechină și acidul clorogenic ar putea fi implicați în activitatea antibacteriană a extractului alcoolic.

***Ocimum basilicum* (busuiocul)**

Această plantă anuală, originară din Africa și Asia tropicală, este cultivată în întreaga lume. În mod tradițional, planta este folosită pentru a trata durerile de cap, tusea, diareea, negii și tulburările digestive. Uleiul esențial obținut din părțile aeriene a prezentat valori CMI cuprinse între 0.023 și 0.047 mg/mL împotriva *Vibrio* spp. [Snoussi et al., 2016], în timp ce extractul său etanolic a prezentat valori CMI variind de la 0.06 la 2.2 mg/mL împotriva *B. subtilis*, *S. aureus* și *E. coli* [Adigüzel și colab., 2005]. Principalii constituenți ai uleiului esențial de busuioc sunt linalolul și estragolul. Alți compuși detectați în concentrații relativ scăzute includ eucaliptol, cinamat de metil, mentonă, 1,8-cineol, eugenol, borneol, camfor și germacren. Se crede că, componentul principal, linalolul, este în mare măsură responsabil pentru activitatea antibacteriană a uleiului esențial. Variațiile sezoniere ale concentrației sale pot duce la reducerea efectelor antibacteriene în timpul verii [Snoussi et al., 2016].

***Matricaria chamomilla* (mușețel)**

Este o plantă originară din sudul și estul Europei. În mod tradițional, este utilizat pentru a trata tusea, durerile menstruale și gastrointestinale, reumatismul, eczemele, iritațiile pielii, gingivita și inflamațiile oculare. Extractul etanolic de mușețel a arătat CMI variind de la 9.75 la 156.25 $\mu\text{g/mL}$ împotriva *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *Proteus mirabilis* și *P. vulgaris* [Cvetanović și colab., 2019]. α -bisabololul ar putea fi implicat în activitatea antibacteriană observată. Într-un model animal de șoarece, formulările topice cu *M. chamomilla* au demonstrat o vindecare mai rapidă a rănilor decât corticosteroizii aplicați pe ulcerulele limbii [Martins et al., 2009]. În studiile clinice, o apă de gură cu mușețel administrată unui pacient cu mucozită orală indusă de metotrexat a tratat cu succes pacientul în decurs de 4 săptămâni [Mazokopakis și colab., 2005], iar eficacitatea *M. chamomilla* asupra mucozitei bucale induse de terapia



anticanceroasă a fost confirmată, într-un studiu clinic care evaluează 98 de cazuri de cancer la cap și gât. Rezultatele au sugerat că tratarea mucozitei a fost accelerată prin clătirea orală cu preparate de mușetel [Petronilho et al., 2012].

Plantele și produsele lor naturale oferă o sursă promițătoare de agenți antibacterieni, iar investigarea viitoare în acest domeniu reprezintă o cale productivă de cercetare. Una dintre provocările viitoare pentru substanțele fitochimice este dezvoltarea unor metode și forme eficiente de administrare care să poată furniza substanța activă, compusul antimicrobian, la locul țintă în infecțiile sistemice.

Este imperativ să recunoaștem că eficacitatea plantelor medicinale poate prezenta variabilitate în funcție de factori, inclusiv modalitatea de preparare a plantelor, concentrația și tulpina bacteriană particulară luată în considerare. Mai mult, în ciuda atributelor antibacteriene demonstrate ale acestor agenți botanici, aceștia nu pot servi invariabil ca un substitut singular pentru agenții antibiotici convenționali. Frecvent, sunt angajați în tandem cu intervenții medicale complementare sau ca măsuri profilactice menite să susțină sănătatea generală.

Înainte de utilizarea plantelor medicinale în scopuri terapeutice, trebuie să fie solicitat sfatul unui medic pentru a verifica aplicarea sigură și eficientă, în special în scenariile care implică infecții bacteriene severe.

Bibliografie

- Abolfazl, M., Hadi, A., Frhad, M., Hossein, N. (2021). *In vitro antibacterial activity and phytochemical analysis of some medicinal plants. J. Med. Plants Res.*, 8, 186–194.
- Adigüzel, A., Güllüce, M., Şengül, M., Öğütcü, H., Şahin, F., & Karaman, I. (2005). *Antimicrobial effects of Ocimum basilicum (Labiatae) extract. Turkish Journal of Biology*, 29(3), 155-160.
- Antih, J., Houdkova, M., Urbanova, K., & Kokoska, L. (2021). *Antibacterial Activity of Thymus vulgaris L. Essential Oil Vapours and Their GC/MS Analysis Using Solid-Phase Microextraction and Syringe Headspace Sampling Techniques. Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(21), 6553.



Atanasov, A. G., Waltenberger, B., Pferschy-Wenzig, E. M., Linder, T., Wawrosch, C., Uhrin, P., Temml, V., Wang, L., Schwaiger, S., Heiss, E. H., Rollinger, J. M., Schuster, D., Breuss, J. M., Bochkov, V., Mihovilovic, M. D., Kopp, B., Bauer, R., Dirsch, V. M., & Stuppner, H. (2015). *Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review. Biotechnology advances*, 33(8), 1582–1614.

<https://www.britannica.com/plant/Lamiaceae> (accessed on July 19, 2024)

Balouiri, M., Sadiki, M., Ibsouda, S.K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *J Pharm Anal.*, 6(2), 71-79.

Basavegowda, N., Baek, K.H. (2022). *Combination Strategies of Different Antimicrobials: An Efficient and Alternative Tool for Pathogen Inactivation. Biomedicines*, 10(9), 2219.

Chouhan, S., Sharma, K., Guleria, S. (2017). *Antimicrobial Activity of Some Essential Oils-Present Status and Future Perspectives. Medicines (Basel)*, 4(3), 58.

Cvetanović, A., Zeković, Z., Zengin, G., Mašković, P., Petronijević, M., & Radojković, M. (2019). *Multidirectional approaches on autofermented chamomile ligulate flowers: Antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and enzyme inhibitory effects. South African Journal of Botany*, 120, 112-118.

Duque-Soto, C., Ruiz-Vargas, A., Rueda-Robles, A., Quirantes-Piné, R., Borrás-Linares, I., Lozano-Sánchez, J. (2023). *Bioactive Potential of Aqueous Phenolic Extracts of Spices for Their Use in the Food Industry-A Systematic Review. Foods*, 12(16), 3031.

El Kolli, M., Laouer, H., El Kolli, H., Akkal, S., Sahli, F. (2016). *Chemical Analysis, Antimicrobial and Anti-Oxidative Properties of Daucus Gracilis Essential Oil and Its Mechanism of Action. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6, 8–15

Fazly Bazzaz, B.S., Sarabandi, S., Khameneh, B., & Hosseinzadeh, H. (2016). *Effect of Catechins, Green tea Extract and Methylxanthines in Combination with Gentamicin Against Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa: - Combination therapy against resistant bacteria. Journal of pharmacopuncture*, 19(4), 312–318.

Hussain, A.I., Anwar, F., Chatha, S.A., Jabbar, A., Mahboob, S., Nigam, P.S. (2010). *Rosmarinus officinalis essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities. Braz J Microbiol.*, 41(4), 1070-1078.



- Lu, M., Dai, T., Murray, C. K., & Wu, M. X. (2018). *Bactericidal Property of Oregano Oil Against Multidrug-Resistant Clinical Isolates*. *Frontiers in microbiology*, 9, 2329.
- Manilal, A., Sabu, K. R., Woldemariam, M., Aklilu, A., Biresaw, G., Yohanes, T., Seid, M., & Merdekios, B. (2021). *Antibacterial Activity of Rosmarinus officinalis against Multidrug-Resistant Clinical Isolates and Meat-Borne Pathogens*. *Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM*, 6677420.
- Martins, M.D., Marques, M.M., Bussadori, S.K., Martins, M.A., Pavesi, V.C. (2009). Mesquita-Ferrari, R. A., & Fernandes, K. P. *Comparative analysis between Chamomilla recutita and corticosteroids on wound healing. An in vitro and in vivo study*. *Phytother Res*, 23(2), 274-278. doi:10.1002/ptr.2612
- Mazokopakis, E.E., Vrentzos, G.E., Papadakis, J.A., Babalis, D.E., Ganotakis, E.S. (2005). *Wild chamomile (Matricaria recutita L.) mouthwashes in methotrexate-induced oral mucositis*. *Phytomedicine*, 12(1-2), 25-27.
- Modarresi, M., Farahpour, M.R., Baradaran, B. (2019). Topical application of Mentha piperita essential oil accelerates wound healing in infected mice model. *Inflammopharmacology*, 27(3), 531-537.
- Petronilho, S., Maraschin, M., Coimbra, M. A., & Rocha, S. M. (2012). *In vitro and in vivo studies of natural products: A challenge for their valuation. The case study of chamomile (Matricaria recutita L.)*. *Industrial Crops and Products*, 40, 1-12.
- Rahman, M., & Sarker, S. D. (2020). *Chapter Three - Antimicrobial natural products*. In S. D. Sarker & L. Nahar (Eds.), *Annual Reports in Medicinal Chemistry*, Academic Press, 55, 77-113.
- Ruddaraju, L. K., Pammi, S. V. N., Guntuku, G. S., Padavala, V. S., & Kolapalli, V. R. M. (2020). *A review on anti-bacterials to combat resistance: From ancient era of plants and metals to present and future perspectives of green nano technological combinations*. *Asian journal of pharmaceutical sciences*, 15(1), 42–59.
- Safaei-Ghomi, J., Ahd, A.A. (2010). *Antimicrobial and antifungal properties of the essential oil and methanol extracts of Eucalyptus largiflorens and Eucalyptus intertexta*. *Pharmacogn Mag.*, 6(23), 172-5.



- Santos, M.I.S., Martins, S.R., Veríssimo, C.S.C., Nunes, M.J.C., Lima, A.I.G., Ferreira, R.M.S.B., Pedroso, L., Sousa, I., & Ferreira, M.A.S.S. (2017). *Essential oils as antibacterial agents against food-borne pathogens: Are they really as useful as they are claimed to be?* *Journal of food science and technology*, 54(13), 4344–4352.
- Snoussi, M., Dehmani, A., Noumi, E., Flamini, G., & Papetti, A. (2016). *Chemical composition and antibiofilm activity of *Petroselinum crispum* and *Ocimum basilicum* essential oils against *Vibrio* spp. strains.* *Microbial Pathogenesis*, 90, 13-21.
- Thielmann, J., Muranyi, P., Kazman, P. (2019). *Screening essential oils for their antimicrobial activities against the foodborne pathogenic bacteria *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*.* *Heliyon*, 5(6), e01860.
- Wijesundara, N.M., Rupasinghe, H.P.V. (2019). *Bactericidal and Anti-Biofilm Activity of Ethanol Extracts Derived from Selected Medicinal Plants against *Streptococcus pyogenes*.* *Molecules*, 24(6), 1165.
- Yang, D.D., Paterna, N.J., Senetra, A.S., Casey, K.R., Trieu, P.D., Caputo, G.A., Vaden, T.D., Carone, B.R. (2020). *Synergistic interactions of ionic liquids and antimicrobials improve drug efficacy.* *iScience*, 24(1), 101853.
- Zhang, J., Ye, K.P., Zhang, X., Pan, D.D., Sun, Y.Y., Cao, J.X. (2017). *Antibacterial Activity and Mechanism of Action of Black Pepper Essential Oil on Meat-Borne *Escherichia coli*.* *Front Microbiol.*, 7, 2094.



Co-funded by
the European Union



Capitolul 8. Activitatea plantelor medicinale împotriva bacteriilor patogene predominante în industria alimentară (Negrea M, Cocan I, Alexa E, Obistioiu D, Voica D, Avram D)

Siguranța alimentară este o problemă la nivel mondial cu consecințe majore asupra sănătății publice. Practicile necorespunzătoare de manipulare a alimentelor pot duce la prezența a numeroase organisme patogene. Agenții antimicrobieni joacă un rol vital în controlul acestor microbi și în protejarea siguranței alimentelor și a sănătății umane. Preferința tot mai mare pentru tehnicile naturale, sigure și durabile de conservare a alimentelor a stimulat cercetările privind utilizarea substanțelor cu efect antimicrobial obținute din plante ca înlocuitori pentru conservanții sintetici. Industria alimentară investighează acum strategii inovatoare care integrează diferite metode fizice cu diverse antimicrobiene naturale [Bouarab Chibane et al., 2019].

Evaluarea eficacității plantelor medicinale împotriva bacteriilor patogene prevalente în industria alimentară a apărut ca un domeniu semnificativ în domeniul siguranței alimentare și al sănătății publice. Ubicuitatea bacteriilor patogene în mediul producției alimentare subliniază imperativul de a investiga abordări alternative, derivate în mod natural, pentru a atenua acești agenți microbieni, care au potențialul de a declanșa boli de origine alimentară și focare epidemice. Prevenirea deteriorării alimentelor și a apariției agenților patogeni care provoacă toxiiinfecții alimentare se realizează de obicei prin utilizarea aditivilor chimici care au o serie de efecte negative, inclusiv efectele nocive pentru sănătatea umană ale compușilor chimici, apariția reziduurilor chimice în alimente și lanțurile alimentare și dobândirea rezistenței microbiene la substanțele chimice utilizate.

Ca urmare a acestor griji, este mai important ca oricând a se găsi o alternativă naturală, sănătoasă și sigură la conservanți. De ceva timp, extractele din plante au fost folosite pentru a preveni intoxicațiile alimentare și pentru a conserva alimente [Mostafa et al., 2018].

Antimicrobienele obținute din plante formează categoria principală de conservanți naturali, constând din metaboliți secundari care vizează celulele



microbiene. Diverse părți ale plantelor, inclusiv semințele, fructele, scoarța, frunzele și rădăcinile, conțin din abundență aceste substanțe antimicrobiene. Acestea includ compuși fenolici (cum ar fi fenoli simpli, acizi fenolici, antociani, flavonoide și chinone), taninuri, uleiuri esențiale, terpenoide, derivați de glucozinolat, alcaloizi și tioli [McClements et al., 2021].

Majoritatea extractelor din plante sunt în general recunoscute ca sigure (GRAS) și au primit statutul de prezumție calificată de siguranță (QPS) în SUA și în Uniunea Europeană - UE [Saeed et al., 2019].

Extractele sau compușii antimicrobieni obținuți din plante, cum ar fi extractul de bambus moso (Takeguard®) sau un amestec de diferite extracte antimicrobiene naturale (Biovia™ YM10), inclusiv extractul de ceai verde, au fost sugerați ca alternative la conservanții chimici [Bouarab Chibane și colab., 2019]. Mai mult, Autoritatea Europeană pentru Siguranța Alimentară (EFSA) a aprobat extractul de rozmarin (*Rosmarinus officinalis* L.), care posedă proprietăți antimicrobiene, ca aditiv alimentar (E 392) [EFSA ANS Panel et al., 2018].

Unele dintre provocările cu care se confruntă producătorii de pâine includ prelungirea duratei de valabilitate prin reducerea râncezirii și reducerea alterării microbiene, deoarece aceste modificări duc la deteriorarea pâinii și a altor produse de panificație. Pentru a depăși aceste dificultăți și pentru a crește durata de valabilitate, sunt utilizați antioxidanți disponibili comercial și conservanți chimici, cum ar fi inhibitorii de mucegai. Pâinea poate fi utilizată ca aliment funcțional pentru a crește eficient aportul de substanțe naturale din plante care promovează sănătatea umană și previn bolile, deoarece este unul dintre cele mai importante și consumate alimente la nivel mondial [Ibrahim et al., 2015].

Potrivit mișcării „înapoi la natură”, includerea substanțelor naturale și a plantelor medicinale în compoziția meselor este văzută ca o alternativă la utilizarea substanțelor chimice sintetice [Nieto, 2020].

Plantele medicinale au fost folosite de mii de ani în bucătărie și sunt ieftine, ușor disponibile și sănătoase. În plus, deoarece conțin substanțe fitochimice avantajoase, ele sunt utilizate în mai multe formulări medicinale atât pentru a vindeca, cât și pentru a preveni bolile. În plus, plantele medicinale sunt utilizate în sectorul alimentar ca



antioxidanți naturali pentru a preveni oxidarea lipidelor, pentru a spori valoarea nutritivă a alimentelor și pentru a oferi gust unei varietăți de băuturi [Lourenço et al., 2019].

Deoarece plantele conțin o varietate de compuși antifungici vitali, cum ar fi compuși fenolici, glucozinolați, glicozide cianogenice, oxilipine și alcaloizi, extractele din plante au fost studiate în detaliu ca bio-conservanți în produsele de panificație [Axel et al., 2017]. Datorită potențialului lor ca și conservanți naturali ai alimentelor, agenți de aromatizare și agenți de decontaminare, uleiurile esențiale din plante atrag mult interes în industria alimentară, deoarece sunt, de asemenea, recunoscute în general ca sigure – GRAS [Colombo et al., 2020].

Au fost efectuate numeroase studii pentru a determina dacă uleiurile esențiale pot prelungi perioada de valabilitate a pâinii. Drept urmare, uleiurile esențiale au proprietăți antifungice. Rezultatul unor studii realizate anterior au arătat că uleiurile de cimbru, scorțișoară și cuișoare inhibă ciupercile responsabile de alterarea pâinii, în timp ce uleiurile de portocale, salvie și rozmarin au avut doar un efect neglijabil [Liu et al., 2017]. Cercetătorii au raportat că uleiul de scorțișoară, cuișoare și cardamom suprimă creșterea microorganismelor în prăjituri [Sulieman et al., 2023].

Hyssop este o plantă medicinală importantă care este folosită la amestecurile de ceai pentru a avea beneficii antifungice, antispastice și de calmare a tusei. Uleiul său esențial este utilizat în industria alimentară și este bogat în pinocamfonă, α -pinen, mirtenol, linalol, metil eugenol și limonen [Hatipoğlu et al., 2013].

Conform studiilor efectuate de Gavahian și colab., o varietate de uleiuri esențiale, cum ar fi uleiurile de cimbru, scorțișoară, oregano și lemon grass (citronela), pot opri dezvoltarea germenilor periculoși în produsele de panificație, prelungindu-le termenul de valabilitate și îmbunătățind siguranța acestora [Gavahian 2020]. Potențialul uleiului esențial de *Thymus vulgaris* a fost investigat anterior împotriva *Aspergillus*, *Penicillium*, *Ulocladium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Rhizopus*, *Chaetomium* și *Aspergillus niger*, prezentând activitate antifungică [Khalili et al., 2015].

Alte studii au evidențiat că uleiul de palmarosa, cu parfum specific de trandafir, pare a fi un bun candidat pentru a fi utilizat ca agent antibacterian împotriva *Bacillus subtilis* în industria de panificație [Lodhia, 2009].



Deși antimicrobienele obținute din plante prezintă proprietăți antimicrobiene intrinseci, utilizarea lor în industria alimentară este limitată de câteva provocări substanțiale. Aceste provocări cuprind probleme precum instabilitatea chimică, dificultățile în dispersarea eficientă a acestor agenți în matricele alimentare, o gamă restrânsă de formulări disponibile comercial și potențialul de a conferi profiluri de arome nedorite.

Stabilitatea antimicrobienelelor obținute din plante este adesea compromisă în condițiile specifice procesării sau depozitării alimentelor. Eficacitatea lor antimicrobiană este influențată de o varietate de factori, inclusiv fluctuațiile nivelului pH-ului, variațiile de temperatură și concentrația antimicrobienelelor. Mai mult, încorporarea directă a extractelor din plante în produsele alimentare duce frecvent la modificări ale atributelor senzoriale, cum ar fi aroma și textura, care pot fi considerate nedorite. În plus, biodisponibilitatea acestor compuși derivați din plante și potențialul lor de a spori siguranța alimentară pot fi afectate negativ de interacțiunile cu macronutrienții și alte componente ale alimentelor. În consecință, au fost propuse mai multe tehnici de stabilizare pentru a îmbunătăți stabilitatea generală a acestor antimicrobiene, pentru a facilita eliberarea lor în timpul depozitării și pentru a atenua orice efecte adverse asupra calităților senzoriale ale produselor alimentare. Printre aceste tehnici se numără nanoemulsiile (i), metodele de încapsulare (ii) și integrarea antimicrobienelelor în sistemele active de ambalare (iii).

Aplicarea acestor strategii de stabilizare poate îmbunătăți în mod semnificativ stabilitatea compușilor bioactivi, crește eficacitatea lor antimicrobiană și se poate obține eliberarea controlată în timpul depozitării alimentelor [McClements et al., 2021; Castro-Rosas et al., 2017; Pinto și colab., 2021].

Încapsularea antimicrobienelelor vegetale în sistemele de livrare coloidale comestibile oferă o modalitate promițătoare de a le crește eficacitatea și de a minimiza interacțiunile nedorite cu componentele alimentare.

(i) Cel mai utilizat sistem de livrare pentru aceste antimicrobiene este reprezentat de nanoemulsiile de tip ulei-în-apă, care constă din nanoparticule lipidice dispersate în apă. Aceste nanoemulsii pot fi obținute din ingrediente de calitate alimentară, cum ar fi emulgatori pe bază de plante și diverși stabilizatori, folosind



tehnici standard de procesare, cum ar fi amestecarea, sonicarea și omogenizarea [McClements et al., 2021]. Nanoemulsiile obținute din uleiuri esențiale de citronelă, cuișoare, cimbru create prin microfluidizarea emulsiei primare, au avut acțiuni asupra *E. coli*. Încorporarea alginatului în faza apoasă facilitează aplicarea acestor nanoemulsii în materialele de acoperire pentru fructe și legume [Salvia-Trujillo et al., 2015]. O nanoemulsie antibacteriană a fost obținută din extractul de semințe de anason folosind tehnica de emulsionare cu ultrasunete. Această nanoemulsie a inhibat eficient creșterea *E. coli* și *Sal. typhimurium*, spre deosebire de extractul în vrac, care nu a afectat aceste bacterii [Ghazy et al., 2021]. Utilizarea nanoemulsiilor, cum ar fi cele care conțin uleiuri esențiale de plante, pentru a gestiona agenții patogeni din alimentele pe bază de plante a demonstrat eficacitate. De exemplu, o nanoemulsie de ulei de oregano la o concentrație de 0.1% a redus cu succes nivelurile de *L. monocytogenes*, *Sal. typhimurium* și *E. coli* pe salată [Bhargava și colab., 2015].

(ii) Uscarea prin pulverizare și încapsularea sunt metode frecvent utilizate pentru a spori stabilitatea și eficacitatea antimicrobienele obținute din plante în produsele alimentare. Uscarea prin pulverizare presupune atomizarea unei soluții sau suspensii lichide într-un curent de aer fierbinte, care evaporă rapid picăturile și produce o pulbere uscată. Această pulbere uscată de antimicrobieni din plante este mai stabilă și mai ușor de gestionat în comparație cu omologul său lichid.

Încapsularea, pe de altă parte, implică includerea unui antimicrobian natural într-o matrice de protecție, cum ar fi un polimer sau un lipid, pentru a crește stabilitatea și funcționalitatea acestuia.

În cercetarea efectuată de Chen și colab., eugenolul și timolul au fost co-încapsulate în nanocapsule de zein-cazeină folosind uscarea prin pulverizare. Pulberile produse au prezentat proprietăți favorabile, inclusiv o bună hidratare, stabilitate în timpul depozitării, eliberare controlată timp de 24 de ore și activități bactericide și bacteriostatice eficiente împotriva *E. coli* și respectiv *L. monocytogenes* în zerul de lapte [Chen et al., 2015]. Uleiul esențial de cimbru, în urma încapsulării prin uscare prin pulverizare cu cazeină și maltodextrină ca materiale de bază, a demonstrat efecte antibacteriene împotriva bacteriilor coliforme termotolerante și a *E. coli* în burgerii de carne [Radünz et al., 2020].



(iii) Ambalarea activă presupune adăugarea intenționată a unor substanțe specifice fie în materialul de ambalare, fie în spațiul din partea superioară a ambalajului pentru a îmbunătăți funcționalitatea sistemului de ambalare. Acest tip de ambalaj poate ajuta la menținerea calității alimentelor și la prelungirea duratei de valabilitate a produsului, permițând interacțiunea directă între alimente și agenții bioactivi incluși în mod intenționat în ambalaj. Ambalarea antimicrobiană este o formă specifică de ambalare activă în care eficacitatea sa se bazează în mare măsură pe viteza cu care migrează moleculele active biologice, încorporate în matricea polimerică [Arruda et al., 2022].

Biopolimerii cei mai des utilizați pentru încorporarea antimicrobienele vegetale sunt chitosanul, amidonul, caragenanul, celuloza și alginatul.

În ceea ce privește filmele active de chitosan, încorporarea a 1% polifenoli din coaja de mere în filmele de chitosan a îmbunătățit eficacitatea lor antibacteriană împotriva *B. cereus*, *E. coli*, *Sal. typhimurium* și *S. aureus* [Riaz et al., 2018]. În plus, acoperirea castraveților proaspeți cu chitosan infuzat cu ulei esențial de oregano a redus numărul total de bacterii mezofile, precum și totalul drojdiilor și mușcăiurilor în timpul depozitării la 10 °C timp de 15 zile [Gutiérrez-Pacheco et al., 2020]. În plus, un film bio-compozit realizat din amidon de manioc și proteine din zer, care a fost încărcat cu extract din coajă de rambutan și ulei de cuișoare, a inhibat ușor *B. cereus*, *E. coli* și *S. aureus in vitro* și, de asemenea, a scăzut numărul total de organisme viabile în salam păstrat timp de 10 zile [Chollakup et al., 2020].

Antimicrobienele din plante au captat un interes semnificativ ca alternative viabile la conservanții sintetici în industria alimentară, oferind avantaje precum siguranță îmbunătățită, termen de valabilitate mai lung și acceptare mai mare de către consumatori. Cercetările în curs de desfășurare în acest domeniu sunt orientate spre examinarea eficacității a diferite extracte și uleiuri esențiale obținute din plante împotriva bacteriilor patogene din diferitele matrici alimentare.

Pe măsură ce preferințele consumatorilor tind către siguranța alimentară îmbunătățită și o predilecție pentru soluții naturale, integrarea plantelor medicinale ca și conservanți naturali ai alimentelor poate reprezenta dovada unei adoptări în plină dezvoltare în industria alimentară. Pentru a le optimiza utilizarea și a le spori



eficacitatea, este esențial să obținem o înțelegere mai profundă a modului în care funcționează aceste antimicrobiene vegetale și combinațiile lor, în special în ceea ce privește impactul lor la nivel molecular și celular asupra microorganismelor țintă.

Bibliografie

- Arruda, T.R., Bernardes, P.C., e Moraes, A.R.F., Soares, N.D.F.F. (2022). *Natural bioactives in perspective: The future of active packaging based on essential oils and plant extracts themselves and those complexed by cyclodextrins*. *Food Res. Int.*, 156, 111160
- Axel, C., Zannini, E., Arendt, E.K. (2017). *Mold spoilage of bread and its biopreservation: A review of current strategies for bread shelf-life extension*. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 57(16), 3528-3542.
- Bhargava, K., Conti, D.S., da Rocha, S.R., Zhang, Y. (2015). *Application of an oregano oil nanoemulsion to the control of foodborne bacteria on fresh lettuce*. *Food Microbiol.*, 47, 69–73.
- Bouarab Chibane, L., Degraeve, P., Ferhout, H., Bouajila, J., Oulahal, N. (2019). *Plant antimicrobial polyphenols as potential natural food preservatives*. *J. Sci. Food Agric.*, 99, 1457–1474.
- Castro-Rosas, J., Ferreira-Grosso, C.R., Gómez-Aldapa, C.A., Rangel-Vargas, E., Rodríguez-Marín, M.L., Guzmán-Ortiz, F.A., Falfan-Cortes, R.N. (2017). *Recent advances in microencapsulation of natural sources of antimicrobial compounds used in food—A review*. *Food Res. Int.*, 102, 575–587
- Chen, H., Zhang, Y., Zhong, Q. (2015). *Physical and antimicrobial properties of spray-dried zein–casein nanocapsules with co-encapsulated eugenol and thymol*. *J. Food Eng.*, 144, 93–102
- Chollakup, R., Pongburoos, S., Boonsong, W., Khanoonkon, N., Kongsin, K., Sothornvit, R., Sukyai, P., Sukatta, U., Harnkarnsujarit, N. (2020). *Antioxidant and antibacterial activities of cassava starch and whey protein blend films containing rambutan peel extract and cinnamon oil for active packaging*. *LWT*, 130, 109573.



- Colombo, F., Restani, P., Biella, S., Di Lorenzo, C. (2020). *Botanicals in Functional Foods and Food Supplements: Tradition, Efficacy and Regulatory Aspects. Applied Sciences.*, 10(7), 2387.
- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources Added to Food (EFSA ANS Panel); Younes, M., Aggett, P., Aguilar, F., Crebelli, R., Dusemund, B., Filipič, M., Frutos, M.J., Galtier, P., Gott, D., et al. (2018). *Refined Exposure Assessment of Extracts of Rosemary (E 392) from Its Use as Food Additive. EFSA J.*, 16, e05373
- Gavahian, M., Chu, Y.H., Lorenzo, J.M., Mousavi Khaneghah, A., Barba, F.J. (2020). *Essential oils as natural preservatives for bakery products: Understanding the mechanisms of action, recent findings, and applications. Crit Rev Food Sci Nutr.*, 60(2), 310-321.
- Ghazy, O.A., Fouad, M.T., Saleh, H.H., Kholif, A.E., & Morsy, T.A. (2021). *Ultrasound-assisted preparation of anise extract nanoemulsion and its bioactivity against different pathogenic bacteria. Food chemistry*, 341(Pt 2), 128259.
- Gutiérrez-Pacheco, M.M., Ortega-Ramírez, L.A., Silva-Espinoza, B.A., Cruz-Valenzuela, M.R., González-Aguilar, G.A., Lizardi-Mendoza, J., Miranda, R., Ayala-Zavala, J.F. (2020). *Individual and combined coatings of chitosan and carnauba wax with oregano essential oil to avoid water loss and microbial decay of fresh cucumber. Coatings*, 10, 614
- Hatipoğlu, G., Sökmen, M., Bektaş, E., Daferera, D., Sökmen, A., Demir, E., Şahin, H. (2013). *Automated and standard extraction of antioxidant phenolic compounds of Hyssopus officinalis L. ssp. angustifolius. Ind. Crop. Prod.*, 43, 427–433.
- Ibrahim, U.K., Salleh, R.M., Maqsood-ul-Haque, S.N. (2015). *Bread towards functional food: an overview. International Journal of Food Engineering*, 1(1):39-43.
- Khalili, S.T., Mohsenifar, A., Beyki, M., Zhavah, S., Rahmani, T., Abdollahi, A., Tabatabaei, M. (2015). *Encapsulation of Thyme essential oils in chitosan-benzoic acid nanogel with enhanced antimicrobial activity against Aspergillus flavus. LWT-Food Science and Technology*, 60, 502-508.
- Liu, Q., Meng, X., Li, Y., Zhao, C.N., Tang, G.Y., Li, H.B. (2017). *Antibacterial and Antifungal Activities of Spices. Int J Mol Sci.*, 18(6), 1283.



- Lourenço, S.C., Moldão-Martins, M., Alves, V.D. (2019). *Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications*. *Molecules*, 24(22), 4132.
- McClements, D.J., Das, A.K., Dhar, P., Nanda, P.K., Chatterjee, N. (2021). *Nanoemulsion-based technologies for delivering natural plant-based antimicrobials in foods*. *Front. Sustain. Food Syst.*, 5, 643208.
- Mostafa, A.A., Al-Askar, A.A., Almaary, K.S., Dawoud, T.M., Sholkamy, E.N., Bakri, M.M. (2018). *Antimicrobial activity of some plant extracts against bacterial strains causing food poisoning diseases*. *Saudi J Biol Sci.*, 25(2), 361-366.
- Nieto, G. (2020). *How Are Medicinal Plants Useful When Added to Foods?*. *Medicines (Basel)*, 7(9), 58.
- Pinto, L., Bonifacio, M.A., De Giglio, E., Santovito, E., Cometa, S., Bevilacqua, A., Baruzzi, F. (2021). *Biopolymer hybrid materials: Development, characterization, and food packaging applications*. *Food Packag. Shelf Life*, 28, 100676.
- Radünz, M., dos Santos Hackbart, H.C., Camargo, T.M., Nunes, C.F.P., de Barros, F.A.P., Dal Magro, J., Filho, P.J.S., Gandra, E.A., Radünz, A.L., da Rosa Zavareze, E. (2020). *Antimicrobial potential of spray drying encapsulated thyme (Thymus vulgaris) essential oil on the conservation of hamburger-like meat products*. *Int. J. Food Microbiol.*, 330, 108696.
- Riaz, A., Lei, S., Akhtar, H.M.S., Wan, P., Chen, D., Jabbar, S., Abid, M., Hashim, M.M., Zeng, X. (2018). *Preparation and characterization of chitosan-based antimicrobial active food packaging film incorporated with apple peel polyphenols*. *Int. J. Biol. Macromol.*, 114, 547–555.
- Saeed, F., Afzaal, M., Tufail, T., Ahmad, A. (2019). *Use of natural antimicrobial agents: A safe preservation approach*. In *Active Antimicrobial Food Packaging; Var, I., Uzunlu, S., Eds.; IntechOpen: London, UK*, 18, 7–24.
- Salvia-Trujillo, L., Rojas-Graü, A., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O. (2015). *Physicochemical characterization and antimicrobial activity of food-grade emulsions and nanoemulsions incorporating essential oils*. *Food Hydrocoll.*, 43, 547–556.
- Suliman, A.M.E., Abdallah, E.M., Alanazi, N.A., Ed-Dra, A., Jamal, A., Idriss, H., Alshammari, A.S., Shommo, S.A.M. (2023). *Spices as Sustainable Food Preservatives: A Comprehensive Review of Their Antimicrobial Potential*. *Pharmaceuticals*, 16(10), 1451.



Co-funded by
the European Union



Capitolul 9. Utilizarea plantelor medicinale ca ingrediente cu valoare adăugată în industria produselor funcționale de panificație și patiserie (Alexa E, Voica D, Negrea M, Cocan I, Avram D)

Plantele medicinale au făcut parte din viața umană de la naștere până la moarte. Acestea apar frecvent pe mesele noastre în diferite forme de alimente, sunt utilizate în scopuri tehnice și bioenergetice și joacă un rol semnificativ în medicină, farmacie și industria alimentară. În ultimul deceniu, utilizarea plantelor și a condimentelor a crescut. Aceste plante cresc adesea sălbatice fără aditivi chimici, iar unele studii au indicat că au o valoare nutritivă mai mare în comparație cu multe alte plante alimentare comune. Plantele medicinale devin din ce în ce mai importante datorită potențialelor beneficii pentru sănătate, atribuite conținutului lor nutrițional, inclusiv vitamine, compuși fenolici, antociani, flavonoide și taninuri. Aceste materii prime sunt considerate promițătoare și avantajoase atât din punct de vedere economic, cât și ecologic pentru industria alimentară.

Plantele medicinale sunt folosite pentru a concepe alimente funcționale care sunt definite ca „asemănătoare ca aspect cu un aliment convențional” și s-a demonstrat că au beneficii fiziologice sau că reduc riscul de boli cronice dincolo de funcțiile nutriționale de bază [Devaraj și Mahalingam, 2021]. Sunt, de asemenea, utilizate pentru a îmbunătăți aspectul fizic, gustul și aditivul alimentar în produsele de panificație.

Plantele medicinale pot fi adăugate ca atare sau sub formă de extracte, uleiuri esențiale în produsele de panificație cu următorul scop: i) îmbunătățirea proprietăților senzoriale ale produselor; ii) pentru un rol antioxidant prin includerea principiilor active polifenolice, și iii) pentru un rol antimicrobian datorită compușilor antifungici și antibacterieni biologic activi găsiți în plantele medicinale [Milla et al., 2021].



9.1. Plante medicinale folosite pentru a îmbunătăți gustul, culoarea și aroma produselor de panificație

Plante medicinale precum mărarul, pătrunjelul pentru frunze, salvia, busuiocul, cimbrul, asmățuiul, năsturel, coriandru, chimen, anason, și altele sunt folosite în brutărie și patiserie în scopul condimentării produselor. Plantele medicinale adăugate în diferite forme de preparare a aluatului îmbunătățesc proprietățile senzoriale, având efecte pozitive sau negative asupra proprietăților sale reologice. Un studiu anterior a arătat că parametrii de calitate ai pâinii (raport H/D, volum, porozitate) obținuți prin adăugarea a 5% chimen sub formă de infuzie sunt superiori față de control [Sayed et al., 2018].

Dimpotrivă, alte studii au raportat că adăugarea de plante aromatice duce la înrăutățirea proprietăților reologice ale aluatului (gumos, rezistență, adezivitate, elasticitate, mestecare, printre altele), acest efect fiind datorat compușilor polifenolici prezenți în compoziția plantelor care exercită activitate antioxidantă [Czajkowska–González et al., 2021]. Unele principii active din plante medicinale, cum ar fi curcumina, sunt folosite ca agenți de colorare în panificație și patiserie pentru a intensifica culoarea alimentelor sau pentru a le face să pară mai gustoase și mai atractive pentru consumator [Arraiza și de Pedro, 2009].

Salihu și colab. au explorat impactul înlocuirii făinii de grâu cu extracte de plante precum afinul și merișorul (la concentrații de 3%, 6% și 9%) și a comparat biscuiții rezultați cu probele de control în ceea ce privește parametrii fizico-chimici și culoarea. Rezultatele au indicat că, concentrațiile mai mari de extracte de plante din biscuiți au îmbunătățit semnificativ atributele senzoriale, cum ar fi mirosul și gustul. Studiul a concluzionat că încorporarea extractelor de plante în biscuiți le-a îmbunătățit proprietățile fizico-chimice și senzoriale [Saliu et al., 2023].

Wang și colab. [Wang et al., 2012] au folosit tehnologia de măcinare ultrafină pentru a obține pâine de păducel, încorporând 3% pudră de păducel, 0.6% sare, 18% zahăr și 0.5% ameliorator de pâine în formulă pentru a-i spori beneficiile pentru sănătate și aroma unică. Adăugarea de păducel în pâinea din făină integrală susține funcționarea normală a sistemului digestiv și circulator și are un efect anti-



hiperglicemiant. Acest ingredient accesibil este potrivit pentru consumul persoanelor cu diabet zaharat de tip 2 [Borczak et al., 2016].

Balestra și colab. [Balestra et al., 2011] au dezvoltat o pâine funcțională prin încorporarea ghimbirului, obținând proprietăți fizico-chimice și senzoriale satisfăcătoare. Cercetările lor au indicat că până la 3% pudră de ghimbir ar putea fi adăugată în pâine fără a-i afecta negativ proprietățile reologice.

Kaushal și colab. au explorat, de asemenea, caracteristicile funcționale și senzoriale ale fursecurilor îmbunătățite cu pudră de ghimbir. Calitățile funcționale și organoleptice ale fursecurilor care conțin 12% pudră de ghimbir au fost semnificativ mai bune în comparație cu probele control [Kaushal et al., 2019].

9.2. Plantele medicinale ca agenți antioxidanți în produsele de panificație

Un efect antioxidant obținut după îmbogățirea pâinii de grâu cu extracte de *Camellia sinensis*, *Asparagus racemosus* și *Curcuma longa* a fost raportat de Pop și colab. Aceștia au subliniat că adăugarea a 5% extract a crescut capacitatea antioxidantă a pâinii fără a modifica proprietățile senzoriale [Pop et al., 2016]. Au fost raportate, de asemenea, proprietăți antioxidante ale pudrei de ceai verde care înlocuiesc o parte din făină în pandișpan [Ma și Ryu, 2018].

Chiar dacă efectele benefice privind creșterea capacității antioxidante a produselor de panificație prin adăugarea de extracte din plante medicinale sunt evidente, au fost raportate studii privind modificări ale comportamentului glutenului din pâine cauzate de polifenoli [Czajkowska–González et al., 2021].

Obiectivul studiului realizat de Bourekoua și colegii săi a fost de a evalua impactul îmbogățirii pâinii fără gluten cu pulbere de fructe de acerola asupra proprietăților sale fizice, senzoriale și antioxidante. Toate cantitățile de pulbere de fructe de acerola testate au demonstrat o îmbunătățire a parametrilor texturali, evidențiată de o scădere a fermității și mestecării și o creștere a elasticității. Mai mult decât atât, încorporarea pudrei de fructe de acerola în pâinea îmbogățită a dus la proprietăți antioxidante îmbunătățite [Bourekoua et al., 2021].

O altă plantă medicinală folosită este *Moringa oleifera*, care este recunoscută ca o sursă excelentă de substanțe fitochimice, cu potențiale aplicații în preparatele



alimentare funcționale și medicinale datorită proprietăților sale nutritive și medicinale; mulți autori au experimentat încorporarea acesteia, în principal, în biscuiți, prăjituri, brownies și sendvișuri.

Conform Ogunsina și colab. adăugarea făinii de semințe de *Moringa oleifera* influențează caracteristicile senzoriale ale diferitelor tipuri de pâine și biscuiți; totuși, aceste modificări nu sunt semnificative atunci când se utilizează un raport de 90% făină la 10% *Moringa oleifera* pentru pâine și 80% făină la 20% *Moringa oleifera* pentru biscuiți. În plus, deși gustul reflecta aroma tipică a semințelor de *Moringa oleifera*, a rămas acceptabil în pâine. Profilul nutrițional al ambelor produse s-a îmbunătățit, cu niveluri crescute de proteine, fier și calciu [Ogunsina et al., 2011].

În studiul lor, Agba și colab. au investigat potențialul de a încorpora pudra de frunze de *Moringa oleifera* decolorată în prăjituri ca mijloc de a răspunde cererii consumatorilor pentru opțiuni alimentare mai sănătoase. Culoarea verde a pulberii era asociată cu o acceptabilitate scăzută, iar ei au încercat să rezolve acest dezavantaj. Rezultatele au indicat că nici decolorarea, nici nivelul de adăugare (2.5 sau 7.5%) nu au exercitat un impact notabil asupra activității apei sau funcționalității făinii. Cu toate acestea, au fost vizibile variații minore în culoarea prăjiturii. Fursecurile îmbogățite cu *Moringa* au demonstrat o rată de întindere îmbunătățită și un conținut ridicat de proteine, prezența compușilor fenolici, activitate antioxidantă și o digestibilitate crescută a proteinelor *in vitro* în comparație cu prăjiturile de control [Agba și colab., 2024].

El-Gammal și colab. au încorporat *Moringa oleifera* în concentrații diferite (5%, 10%, 15% și 20%). Rezultatele au indicat că pulberea de frunze de *Moringa oleifera* prezintă niveluri ridicate de proteine și fibre brute, împreună cu minerale esențiale precum calciu, magneziu, fosfor și fier. Adăugarea de *Moringa oleifera* la prepararea pâinii feliate din făină integrală a dus la o creștere notabilă a conținutului de proteine. În plus, aportul de magneziu, calciu și fier a crescut în comparație cu controlul [El-Gammal et al., 2016].

Devisetti și colab. au evaluat efectul făinii de frunze de *Moringa oleifera* în sendvișuri, ajungând la concluzii similare. Conținutul de proteine din sandvișurile pufoase a crescut, ajungând la 21.6 g la 100 g de produs. În plus, conținutul de fibre



alimentare a fost prezentat la 14.8 g la 100 g de produs și a existat și o reducere a conținutului de grăsimi cu 3.7 g la 100 g de produs, care a fost însoțită de o prezență ridicată a compușilor fenolici și a flavonoidelor. În ceea ce privește caracteristicile senzoriale ale sendvișurilor, s-a obținut un rezultat acceptabil din punct de vedere al texturii [Devisetti et al., 2015].

9.3. Plantele medicinale ca agenți antimicrobieni în produsele de panificație

Mai multe tipuri de uleiuri esențiale, în special cele aparținând familiei Lamiaceae și Umbelliferae, sunt menționate ca agenți antimicrobieni în industria de panificație, rezultând un produs cu termen de valabilitate extins și cu siguranță sporită [Gavahian et al., 2020]. Sitara și colab. au evaluat uleiurile esențiale extrase din semințele de neem (*Azadirachta indica*), muștar (*Brassica campestris*), chimen negru (*Nigella sativa*) și asafoetida (*Ferula asafoetida*) împotriva semințelor de ciuperci ca: *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. nivale*, *F. semitectum*. Toate uleiurile esențiale testate au prezentat activitate fungică [Sitara et al., 2008].

Datorită compoziției sale chimice, *Origanum vulgare* ajută la prelungirea termenului de valabilitate și a calităților nutritive ale multor produse, precum pâinea și produsele de panificație, cerealele [Chis et al., 2017]. Planta de oregano este bogată în fibre, activitate antioxidantă, conținut fenolic și poate fi folosită până la 2% în pâine pentru îmbunătățirea calităților nutritive și senzoriale, a volumului specific și a termenului de valabilitate, având și acțiune inhibitoare asupra mucegaiurilor [Muresan et al., 2012]. Sunt necesare studii suplimentare pentru dezvoltarea unor strategii comune pentru controlul și prevenirea dezvoltării fungice și micotoxinelor în produsele de panificație și patiserie.

A existat o schimbare rapidă prin întoarcerea la produsele naturale din cauza impactului negativ al alimentelor artificiale sau dăunătoare asupra sănătății umane. În consecință, industria de panificație a cunoscut inovații și dezvoltări semnificative de-a lungul anilor. Un accent cheie în industrie acum este încorporarea produselor naturale în alimente. Plantele medicinale sunt folosite pentru a îmbunătăți aspectul fizic, gustul



și ca aditivi alimentari în produsele de panificație, precum și pentru a crea alimente funcționale.

Încorporarea plantelor medicinale ca și constituenți cu valoare adăugată în sectorul de panificație și patiserie oferă o perspectivă pentru dezvoltarea alimentelor funcționale care combină atributele gustative cu potențiale proprietăți de îmbunătățire a sănătății. Acest lucru se aliniază cu înclinația crescândă a consumatorilor către produsele dotate cu atribute de promovare a bunăstării, făcând includerea acestor componente botanice o caracteristică de marketing distinctivă pentru producători.

Această diversificare mărește, de asemenea, spectrul de produse de panificație și patiserie mai sănătoase și îmbogățite din punct de vedere nutrițional, disponibile consumatorilor. Realizarea acestui demers depinde de formularea meticuloasă, măsuri stricte de asigurare a calității și diseminarea fără ambiguități a informațiilor către consumatori.

Bibliografie

Agba, T.D., Yahaya-Akor, N.O., Kaur, A., Ledbetter, M., Templeman, J., Wilkin, J.D., Onarinde, B.A., Oyeyinka, S.A. (2024). *Flour Functionality, Nutritional Composition, and In Vitro Protein Digestibility of Wheat Cookies Enriched with Decolourised Moringa oleifera Leaf Powder*. *Foods*, 13, 1654.

Arraiza, M.P. and de Pedro, J.L. (2009). *Industrial use of medicinal and aromatic plants*.

Balestra, F., Cocci, E., Pinnavaia, G.G., Romani, S. (2011). *Evaluation of Antioxidant, Rheological and Sensorial Properties of Wheat Flour Dough and Bread Containing Ginger Powder*. *LWT Food Sci. Technol.* 44, 700–705.

Borczak, B., Sikora, E., Sikora, M., Kapusta-Duch, J., Kutyła-Kupidura, E.M., Fotta, M. (2016). *Nutritional Properties of Wholemeal Wheat-Flour Bread with an Addition of Selected Wild Grown Fruits: Nutritional Properties of Wholemeal Wheat-Flour*. *Starch Stärke*, 68, 675–682.

Bourekoua, H., Gawlik-Dziki, U., Różyło, R., Zidoune, M.N., Dziki, D. (2021). *Acerola fruit as a natural antioxidant ingredient for gluten-free bread: An approach to improve bread quality*. *Food Science and Technology International.*, 27(1), 13-21.



- Chis, M.S., Muste, S., Paucean, A., Man, S., Sturza, A., Petrut, G.S., et al. (2017). *A comprehensive review about antimicrobial effects of herb and oil oregano (Origanum vulgare ssp. Hirtum)*. *Hop Med Plants.*, 25(1-2), 17-27.
- Czajkowska–González, Y. A., Alvarez–Parrilla, E., del Rocío Martínez–Ruiz, N., Vázquez–Flores, A. A., Gaytán–Martínez, M., & de la Rosa, L. A. (2021). *Addition of phenolic compounds to bread: antioxidant benefits and impact on food structure and sensory characteristics*. *Food Production, Processing and Nutrition.*, 3(1), 1-12.
- Devaraj, A., Mahalingam, G. (2021). *Bioactive Molecules from Medicinal Plants as Functional Foods (Biscuits) for the Benefit of Human Health as Antidiabetic Potential [Internet]*. *Bioactive Compounds in Nutraceutical and Functional Food for Good Human Health*. IntechOpen. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.93352>
- Devisetti, R., Sreerama, Y.N., Bhattacharya, S. (2015). *Processing effects on bioactive components and functional properties of moringa leaves: Development of a snack and quality evaluation*. *J. Food Sci. Technol.*, 53, 649–657.
- El-Gammal, R., Ghoneim, G., ElShehawy, S. (2016). *Effect of Moringa Leaves Powder (Moringa oleifera) on Some Chemical and Physical Properties of Pan Bread*. *J. Food Dairy Sci.*, 7, 307–314.
- Gavahian, M., Chu, Y.H., Lorenzo, J.M., Mousavi Khaneghah, A., Barba, F.J. (2020). *Essential oils as natural preservatives for bakery products: Understanding the mechanisms of action, recent findings, and applications*. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 60(2), 310-321.
- Kaushal, M.; Vaidya, D.; Gupta, A.; Kaushik, R.; Verma, A.K. (2019). *Bioactive Compounds and Acceptance of Cookies Supplemented with Ginger Flour*. *J. Pharmacogn. Phytochem.*, 8, 185–188.
- Ma, X., Ryu, G. (2018). *Effects of green tea contents on the quality and antioxidant properties of textured vegetable protein by extrusion-cooking*. *Food Sci Biotechnol.*, 28(1), 67-74.
- Milla, P.G., Peñalver, R., Nieto, G. (2021). *Health Benefits of Uses and Applications of Moringa oleifera in Bakery Products*. *Plants (Basel)*, 10(2), 318.



- Muresan C., Stan L., Man S., Scrob S. and Muste, S. (2012). *Sensory evaluation of bakery products and its role in determining of the consumer preferences. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 18(4), 304–306.
- Ogunsina, B., Radha, C., & Indrani, D. (2011). *Quality characteristics of bread and cookies enriched with debittered Moringa oleifera seed flour. International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(2), 185-194.
- Pop, A., Petrut, G., Muste, S., Paucean, A., Muresan, C., Salanta, L., Man, S. (2016). *Addition of plant materials rich in phenolic compounds in wheat bread in terms of functional food aspects. Hop and Medicinal Plants*, 24(1/2), 37-44.
- Salihu, S., Gashi, N., & Hasani, E. (2023). *Effect of Plant Extracts Addition on the Physico-Chemical and Sensory Properties of Biscuits. Applied Sciences*, 13(17), 9674.
- Sayed Ahmad, B., Talou, T., Straumite, E., Sabovics, M., Kruma, Z., Saad, Z., Hijazi, A., Merah, O. (2018). *Protein Bread Fortification with Cumin and Caraway Seeds and By-Product Flour. Foods*, 7(3), 28.
- Sitara, U.I. Niaz, J. (2008). Naseem and N. Sultana. *Antifungal effect of essential oils on in vitro growth of pathogenic fungi. Pak. J. Bot.*, 40, 409-414.
- Wang, M., Yue, F., Jing, R., Hou, Y. (2012). *Study on Manufacture Craft of Hawthorn Ultrafine Powder Bread. Food Sci. Technol. Econ.*, 2, 44–46.



Capitolul 10. Utilizarea plantelor medicinale ca ingrediente cu valoare adăugată în industria cărnii și a produselor lactate (Cocan I, Negrea M, Alexa E, Obistioiu D, Voica D, Avram D)

Industria cărnii și a produselor lactate se confruntă cu provocări majore în extinderea termenului de valabilitate, menținerea calității senzoriale și asigurarea siguranței alimentelor. În acest context, aplicarea plantelor medicinale a devenit o soluție promițătoare datorită proprietăților lor antimicrobiene și antioxidante. Acest capitol oferă un studiu amplu privind utilizarea plantelor medicinale ca ingrediente cu valoare adăugată în industria cărnii și a lactatelor și oferă o imagine de ansamblu asupra beneficiilor pe care aceste plante le aduc în contextul conservării, îmbunătățirii nutriționale și siguranței alimentelor. Cu bioactivitatea lor puternică, compușii din plante au fost recunoscuți ca aditivi naturali eficienți care contribuie la prelungirea perioadei de valabilitate a produselor alimentare, la îmbunătățirea aromei și la optimizarea valorii nutriționale.

Încorporarea plantelor medicinale ca și constituenți cu valoare adăugată în sectorul cărnii și al lactatelor semnifică un fenomen în evoluție care unește ingeniozitatea gastronomică cu atributele potențiale de promovare a sănătății. Această abordare cuprinde includerea unei game variate de plante medicinale în carne și produse lactate, culminând cu furnizarea de alimente funcționale consumatorilor. Aceste produse nu numai că răspund preferințelor senzoriale, dar oferă și potențialul pentru atribute de îmbunătățire a sănătății. Plantele medicinale sunt folosite și în alimentație cu scopul de a aduce valoare funcțională produsului alimentar în care sunt adăugate pentru promovarea sănătății, întrucât în ultima vreme bolile cardiovasculare sau gastro-intestinale, hipertensiunea arterială, diabetul și cancerul sunt în creștere în țările bine dezvoltate și industrializate. Prin urmare, cercetătorii caută modalități de a preveni aceste boli sau de a le atenua consecințele prin producerea de alimente mai sănătoase sau funcționale. Astfel, utilizarea plantelor medicinale cu efecte benefice asupra sănătății este cunoscută din medicina tradițională. În același timp, utilizarea



plantelor medicinale urmărește și reducerea conținutului de grăsimi sau sare [Krickmeier et al., 2019].

Plantele medicinale conțin o varietate de compuși bioactivi precum polifenoli, flavonoide, taninuri, alcaloizi și uleiuri esențiale care pot preveni alterarea și pot îmbunătăți calitatea produselor din carne. Acești compuși posedă proprietăți antioxidante și antimicrobiene care sunt extrem de valoroase în industria alimentară. Utilizarea lor în carne și produse lactate îmbunătățește siguranța alimentară și reduce nevoia de conservanți chimici sintetici. Adăugarea de antioxidanți naturali și antimicrobieni la carne și produsele din carne este una dintre strategiile importante în dezvoltarea unor produse noi, mai sănătoase din carne. În acest sens, mai multe studii care utilizează plante, condimente, fructe și extracte din legume au arătat că adăugarea acestor extracte la produsele din carne crudă și gătită a redus oxidarea lipidelor, a îmbunătățit stabilitatea culorii și a capacităților totale antioxidante, care sunt caracteristici importante pentru stabilitatea la raft a produselor din carne [Hygreeva et al., 2014].

TG Dikme (2023) a subliniat că extractele din plante medicinale și aromatice au fost integrate în produsele tradiționale din carne, lactate și panificație, adăugând astfel o valoare semnificativă [Dikme, 2023]. De exemplu, compușii din rozmarin și cimbru sunt utilizați pe scară largă în carne și lactate pentru a preveni oxidarea și alterarea microbiologică. Un studiu realizat de B Kaptan și GT Sivri (2018) a arătat că uleiurile esențiale din plante sunt eficiente în protejarea produselor lactate împotriva microorganismelor patogene și în extinderea termenului de valabilitate [Kaptan și Sivri, 2018].

Într-un alt studiu, Nieto (2020) a discutat despre importanța cimbrului, una dintre cele mai utilizate plante medicinale în industria alimentară, datorită proprietăților sale antioxidante și antimicrobiene, fiind folosit în carne, lactate și pește pentru a prelungi perioada de valabilitate [Nieto, 2020].

Beneficiile utilizării plantelor medicinale în industria alimentară nu se limitează la prelungirea perioadei de valabilitate sau la îmbunătățirea aromei. Aceste plante aduc, de asemenea, beneficii semnificative pentru sănătatea consumatorilor. Grigoriadou și colab. (2023) au subliniat că ierburile mediteraneene, cum ar fi oregano,



rozmarinul și cimbrul, sunt surse naturale de antioxidanți care protejează organismul împotriva stresului oxidativ, reducând astfel riscul bolilor cronice [Grigoriadou et al., 2023].

Un factor important de luat în considerare atunci când se folosesc plantele medicinale ca antioxidanți este concentrația minimă efectivă, deoarece majoritatea acestora, datorită conținutului lor ridicat de antioxidanți, pot imprima o culoare și un gust foarte intens [Oswell et al., 2018].

Unele condimente cu potențial antioxidant mai scăzut necesită o doză mai mare de utilizare. Acesta este cazul chimenului și cardamomului, cu cea mai mică doză găsită pentru carnea de vită gătită (1%), așa cum au determinat Qureshi și colab. [Qureshi et al., 2023].

Un alt studiu al lui Iriondo-DeHond și colab. (2018) a analizat utilizarea produselor derivate din plante în industria alimentară și a arătat că acestea pot oferi beneficii pentru sănătate, inclusiv îmbunătățirea digestiei și reducerea inflamației, datorită conținutului lor ridicat de fibre și compuși fenolici [Iriondo-DeHond et al., 2018].

10.1. Utilizarea plantelor medicinale în industria cărnii

În industria cărnii, plantele medicinale sunt folosite pentru a reduce oxidarea lipidelor și a inhiba creșterea bacteriilor dăunătoare precum *Salmonella* și *Listeria monocytogenes*. DA Delesa (2018) a demonstrat că adăugarea de extracte din plante precum oregano și rozmarin la produsele din carne a redus semnificativ degradarea lipidelor, contribuind astfel la menținerea calității senzoriale și a siguranței produselor [Delesa, 2018]. De asemenea, Alirezalu și colab. (2020) au subliniat că mai multe plante medicinale mediteraneene, cum ar fi rozmarinul, au capacitatea de a conserva carnea, prelungind perioada de valabilitate și îmbunătățind aroma, fără a afecta proprietățile texturale [Alirezalu et al., 2020].

Un alt aspect important al aplicării plantelor medicinale în industria cărnii este efectul acestora asupra calității nutriționale a produselor. Studiul realizat de Singh et al. (2015) privind utilizarea *Moringa oleifera* în produsele din carne a arătat că această plantă nu numai că îmbunătățește stabilitatea oxidativă a cărnii, ci oferă și o sursă naturală de micronutrienți esențiali, cum ar fi vitamina C și beta-caroten, făcând



produsele mai atractive din punct de vedere nutrițional [Singh et al., 2015]. Rozmarinul și cimbrul, în special, sunt cunoscute pentru aromele lor intense, care sunt apreciate în produse precum cârnații, carnea tocată și alte cărnuri procesate. Grigoriadou și colab. (2023) au subliniat că aceste plante sunt folosite atât pentru a îmbunătăți aroma, cât și pentru a reduce cantitatea de sare și alți aditivi sintetici din carne, oferind un produs mai sănătos și mai atrăgător pentru consumatori [Grigoriadou et al., 2023].

Una dintre cele mai mari provocări ale industriei cărnii este extinderea termenului de valabilitate fără a compromite calitatea produsului. Prin adăugarea de extracte din plante, producătorii de carne pot reduce nevoia de conservanți sintetici. Nieto (2020) a arătat că uleiul esențial de cimbru a fost foarte eficient în prevenirea creșterii bacteriilor dăunătoare și în prelungirea termenului de valabilitate al cărnii proaspete și procesate [Nieto, 2020].

De asemenea, Pérez-Alvarez și colab. (2019) au subliniat că adăugarea de extracte din plante, cum ar fi oregano, poate crește durata de valabilitate a produselor din carne fără a afecta calitatea senzorială. Acest lucru este crucial în contextul industriei moderne, unde cererile pentru mai multe alimente naturale și fără aditivi chimici sunt în creștere [Pérez-Alvarez et al., 2019].

Siguranța alimentară este un alt aspect important al utilizării plantelor medicinale în industria cărnii. Puvača și colab. (2020) au arătat că plantele medicinale contribuie la reducerea încărcăturii bacteriene din produsele din carne, oferind protecție naturală împotriva contaminării bacteriene [Puvača et al., 2020]. Uleiurile esențiale din cimbru, oregano și rozmarin au demonstrat capacitatea de a inhiba creșterea bacteriilor patogene fără a afecta calitatea produsului.

De asemenea, Iriondo-DeHond și colab. (2018) au arătat că adăugarea de extracte din plante la produsele din carne poate reduce riscul de contaminare a alimentelor și poate prelungi perioada de valabilitate, oferind în același timp beneficii pentru sănătatea consumatorilor datorită proprietăților lor antioxidante și antimicrobiene [Iriondo-DeHond et al., 2018].



10.1.1. Aplicarea plantelor medicinale în diferite produse din carne

a) Cârnați și produse din carne procesate

Cârnații și alte produse din carne procesate sunt foarte susceptibile la oxidarea lipidelor și contaminarea bacteriană. Adăugarea de extracte din plante ajută la prevenirea acestor probleme. Pérez-Alvarez și colab. (2019) au arătat că, cârnații tratați cu extract de oregano au avut o durată de valabilitate extinsă și o aromă îmbunătățită în comparație cu cârnații care nu au conținut aditivi naturali [Pérez-Alvarez et al., 2019].

b) Carne maturată și afumată

Carnea maturată și afumată este un alt domeniu în care plantele sunt folosite pentru a îmbunătăți atât calitatea senzorială, cât și stabilitatea microbiologică. Plante precum cimbrul și rozmarinul sunt utilizate în mod obișnuit în preparatele din carne maturată pentru a adăuga arome distincte și a inhiba creșterea microorganismelor dăunătoare. Grigoriadou și colab. (2023) au demonstrat că adăugarea de cimbru la carnea maturată a îmbunătățit semnificativ stabilitatea microbiologică prin prevenirea creșterii bacteriilor patogene [Grigoriadou și colab., 2023].

c) Carne marinată și gata de gătit

Plantele medicinale sunt, de asemenea, folosite adesea în marinadele din carne pentru a îmbunătăți aroma și pentru a prelungi durata de valabilitate. Marinadele pe bază de rozmarin, oregano și cimbru nu numai că adaugă arome atractive, dar ajută și la protejerea cărnii de oxidare în timpul procesului de gătit. Puvača și colab. (2020) au arătat că aceste plante medicinale sunt foarte eficiente în menținerea prospețimii și calității cărnii pregătite pentru gătit [Puvača et al., 2020].

10.2. Utilizarea plantelor medicinale în industria laptelui

Laptele și produsele lactate sunt unele dintre cele mai frecvent utilizate alimente în alimentația tuturor grupelor de populație și sunt consumate ca atare, reprezentând un mediu potrivit pentru creșterea microorganismelor nedorite. Unele microorganisme pot afecta negativ aspectul vizual și valoarea comercială, în timp ce altele sunt agenți patogeni care afectează siguranța produsului. Studii recente au raportat eficacitatea



compușilor naturali din plante atunci când sunt introduși direct în lapte sau în brânză prin imersie sau pulverizare [Clarke et al., 2019; Ritota și Manzi, 2020].

Plantele medicinale ca înlocuitori de aditivi sunt utilizate pe scară largă în industria produselor lactate. Datorită conținutului bogat de vitamine, minerale și alte substanțe biologic active, au efecte benefice asupra digestiei, activității și stării emoționale a sistemului cardiovascular [Ogneva, 2015; Stanislav et al., 2019].

În plus, plantele conferă produselor lactate un gust și un miros pronunțat specific plantelor, precum și un aspect atractiv. Substanțele biologic active din materiale vegetale, inclusiv plante medicinale, reprezintă o direcție promițătoare în producția de produse animale cu efecte medicinale, preventive și funcționale [Stanislav et al., 2019].

Într-un studiu realizat de Puvača și colab. (2020), cercetătorii au arătat că utilizarea de plante medicinale precum cimbrul și busuiocul în brânzeturi a îmbunătățit calitatea microbiologică, contribuind la prelungirea perioadei de valabilitate și la îmbunătățirea aromei [Puvača et al., 2020]. El-Sayed și Youssef (2019) au arătat că plantele medicinale pot îmbunătăți stabilitatea oxidativă a produselor lactate, în special a celor cu conținut ridicat de grăsimi, cum ar fi brânzeturile și untul [El-Sayed și Youssef, 2019]. Plante precum rozmarinul și salvia sunt folosite pentru a preveni râncezirea și oxidarea grăsimilor, contribuind astfel la prelungirea termenului de valabilitate și la menținerea calității senzoriale a produselor.

Un alt exemplu este utilizarea rozmarinului și a salviei în iaurturi și brânzeturi, despre care Kaptan și Sivri (2018) au demonstrat că îmbunătățesc stabilitatea microbiologică și extind perioada de valabilitate fără a compromite aroma naturală a produsului [Kaptan și Sivri, 2018].

Una dintre cele mai mari provocări din industria lactatelor este extinderea termenului de valabilitate a produselor perisabile, cum ar fi iaurtul, brânza și laptele, fără a utiliza conservanți sintetici. Plantele medicinale oferă o soluție naturală la această problemă. Dikme (2023) a demonstrat că uleiurile esențiale din plante precum cimbru, busuioc și oregano au capacitatea de a inhiba creșterea microorganismelor dăunătoare precum *Listeria monocytogenes* și *Escherichia coli*, care se găsesc în mod obișnuit în produsele lactate, prelungind astfel termenul de valabilitate al produselor



lactate [Dikme, 2023]. Aceste bacterii sunt responsabile de multe boli transmise prin alimente și de deteriorarea produselor lactate.

Într-un alt studiu, Puvača și colab. (2020) au demonstrat că extractele de oregano și cimbru au prelungit semnificativ durata de valabilitate a iaurtului și brânzeturilor prin prevenirea contaminării bacteriene și a formării mucegaiului [Puvača et al., 2020]. Acest lucru este crucial pentru produsele perisabile, cum ar fi iaurtul, care necesită o conservare optimă pentru a ajunge în siguranță la consumatorii finali.

Pe lângă conservare, plantele medicinale joacă un rol important în îmbunătățirea calităților senzoriale ale produselor lactate. Plantele adaugă arome naturale și pot reduce nevoia de aditivi artificiali, cum ar fi arome sintetice sau potențiatori de aromă. Nieto (2020) a subliniat că cimbrul și menta sunt utilizate în mod obișnuit în produsele lactate pentru a îmbunătăți aroma și pentru a oferi o senzație de prospețime, în special în produse precum iaurtul și brânza [Nieto, 2020]. În același studiu, Nieto (2020) a subliniat că utilizarea extractelor din plante precum rozmarinul nu numai că îmbunătățește stabilitatea produselor lactate, dar oferă și o soluție naturală de conservare care răspunde cererii consumatorilor de alimente mai sănătoase și mai puțin procesate [Nieto, 2020].

Pérez-Alvarez și colab. (2019) au explorat utilizarea extractelor de plante în iaurturi și alte produse lactate fermentate, subliniind că aceste arome naturale nu numai că îmbunătățesc experiența senzorială, ci contribuie și la o senzație de prospețime de lungă durată [Pérez-Alvarez et al., 2019]. În special, iaurturile sunt îmbogățite cu plante, precum menta și busuiocul, pentru a aduce o notă de prospețime și sunt preferate în special în produsele lactate ușoare și pentru dietele sănătoase.

De asemenea, în brânzeturile maturate, plantele nu numai că îmbunătățesc gustul, dar ajută și la prevenirea creșterii microorganismelor dăunătoare. Kaptan și Sivri (2018) au demonstrat că uleiurile esențiale de rozmarin și cimbru adăugate brânzeturilor au îmbunătățit nu numai gustul, ci și stabilitatea microbiologică, prevenind formarea de bacterii și mucegaiuri care ar putea compromite calitatea produsului [Kaptan & Sivri, 2018].

Un alt avantaj major al folosirii plantelor medicinale în industria lactatelor este potențialul lor de a îmbogăți produse cu proprietăți funcționale. Plantele medicinale



sunt bogate în antioxidanți, fibre și alte substanțe bioactive, care pot contribui la îmbunătățirea sănătății consumatorului. Prin adăugarea de extracte din plante, produsele lactate devin o sursă importantă de compuși fenolici și flavonoide, care au fost asociate cu risc redus de boli cronice, cum ar fi bolile cardiovasculare și diabetul zaharat de tip 2.

Iriondo-DeHond și colab. (2018) au discutat despre importanța produselor lactate funcționale care conțin plante pentru a oferi beneficii suplimentare pentru sănătate. Ei au subliniat că antioxidanții din plante precum rozmarinul și oregano ajută la neutralizarea radicalilor liberi din organism, prevenind astfel deteriorarea celulelor și îmbunătățind sănătatea generală [Iriondo-DeHond et al., 2018].

În plus, multe plante au proprietăți digestive benefice. De exemplu, menta este cunoscută pentru efectele sale calmante asupra tractului digestiv și este folosită în produsele lactate pentru persoanele care suferă de probleme digestive. Grigoriadou și colab. (2023) au evidențiat beneficiile plantelor medicinale pentru sănătatea digestivă și modul în care acestea pot fi integrate în produsele lactate funcționale, cum ar fi iaurturile probiotice [Grigoriadou et al., 2023].

10.2.1. Aplicarea plantelor medicinale în diferite produse lactate

a) Iaurturi și produse fermentate

Iaurturile și alte produse lactate fermentate sunt un domeniu în care plantele medicinale sunt utilizate pe scară largă datorită capacității lor de a îmbunătăți aroma și de a contribui la sănătatea digestivă. El-Sayed și Youssef (2019) au arătat că adăugarea de cimbru și oregano în iaurturi nu numai că îmbunătățește aroma, ci contribuie și la creșterea bacteriilor probiotice, îmbunătățind sănătatea intestinală și echilibrul microbiotei [El-Sayed și Youssef, 2019]. În plus, aceste plante au proprietăți antibacteriene care ajută la prevenirea contaminării cu bacterii patogene.

b) Brânzeturi

Brânzeturile sunt un alt domeniu important de aplicare a plantelor medicinale. Extractele din plante, precum rozmarinul și busuiocul, sunt folosite pentru a îmbunătăți gustul și pentru a preveni oxidarea grăsimilor, care poate duce la râncezire. Puvača și colab. (2020) au demonstrat că adăugarea de extracte din plante la brânzeturile



maturate ajută la prevenirea creșterii bacteriilor dăunătoare și a mucegaiurilor, contribuind la prelungirea perioadei de valabilitate [Puvača et al., 2020].

c) Unt și alte produse lactate bogate în grăsimi

Produsele lactate bogate în grăsimi, cum ar fi untul, sunt predispuse la oxidarea lipidelor, care poate afecta atât gustul, cât și calitatea. Utilizarea plantelor cu proprietăți antioxidante, precum rozmarinul și oregano, ajută la prevenirea oxidării și mențin gustul și textura untului pentru mai mult timp. Nieto (2020) a subliniat că uleiurile esențiale din aceste plante medicinale sunt adesea folosite în unt pentru a preveni rănțezirea și pentru a oferi un gust proaspăt și natural [Nieto, 2020].

10.3. Perspective și provocări în utilizarea plantelor medicinale

Deși plantele medicinale oferă numeroase beneficii, există și provocări în standardizarea utilizării lor în industrie. Variabilitatea compoziției fitochimice în funcție de specie, anotimp și metode de extracție poate influența eficacitatea acestora în produsele alimentare. Paswan și colab. (2021) au discutat necesitatea unor cercetări suplimentare privind standardizarea extractelor din plante pentru integrarea lor efectivă în lanțurile de producție alimentară [Paswan et al., 2021].

În concluzie, plantele medicinale aduc o valoare semnificativă în industria alimentară, în special în carne și produse lactate, unde contribuie la extinderea termenului de valabilitate, la îmbunătățirea valorii nutritive și la protecția împotriva oxidării și degradării microbiologice. Utilizarea lor ca ingrediente naturale cu valoare adăugată oferă o alternativă viabilă la aditivii chimici sintetici, contribuind astfel la o dietă mai sănătoasă și mai sigură.

Bibliografie

Alirezalu, K., Pateiro, M., Yaghoubi, M., & Alirezalu, A. (2020). *Phytochemical components, advanced extraction technologies and techno-functional properties of selected Mediterranean plants for use in meat products: A comprehensive review. Trends in Food Science & Technology*, 100, 292-306.



- Clarke, H. J., Griffin, C., Rai, D. K., O'Callaghan, T. F., O'Sullivan, M. G., Kerry, J. P., & Kilcawley, K. N. (2019). *Dietary Compounds Influencing the Sensorial, Volatile and Phytochemical Properties of Bovine Milk*. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(1), 26.
- Delesa, D.A. (2018). *Traditional medicinal plants for industrial application as natural food preservatives*. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 5(4), 85-94.
- Dikme, T.G. (2023). *Use of medicinal and aromatic plants in food*. *The Eurasian Clinical and Analytical Medicine*, 11(1) 6-10.
- El-Sayed, S.M., & Youssef, A.M. (2019). *Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products*. *Heliyon*, 5, e01989.
- Grigoriadou, K., Cheilari, A., Dina, E., & Alexandri, S. (2023). *Medicinal and aromatic plants as a source of potential feed and food additives*. *Springer*, 117-135.
- Hygreeva, D., Pandey, M.C., Radhakrishna, K. (2014). *Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products*. *Meat Sci.*, 98(1), 47-57.
- Iriondo-DeHond, M., Miguel, E., & Del Castillo, M.D. (2018). *Food byproducts as sustainable ingredients for innovative and healthy dairy foods*. *Nutrients*, 10, 1358.
- Kaptan, B., & Sivri, G.T. (2018). *Utilization of medicinal and aromatic plants in dairy products*. *Journal of Advanced Plant Science*, 1(2), 1-6.
- Krickmeier J., Schnaekkel W., Schnaekkel, D. (2019). *Recipe development for healthy sausages with medical plants*. *Food Science and Applied Biotechnology*, 2(1), 54-61.
- Nieto, G. (2020). *A Review on Applications and Uses of Thymus in the Food Industry*. *Plants*, 9, 961.
- Ogneva, O.A. (2015). *Developing fruit and vegetable products with bifidogenic properties*. *Cand eng. sci. diss. Krasnodar: North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture*, 159.
- Oswell, N.J., Thippareddi, H., Pegg, R.B. (2018). *Practical use of natural antioxidants in meat products in the U.S.: A review*. *Meat Sci.*, 145, 469-479.
- Paswan, V.K., Rose, H., Singh, C.S., & Yamini, S. (2021). *Herbs and spices fortified functional dairy products*. *IntechOpen*, in *Herbs and Spices - New Processing Technologies*, Edited by Rabia Shabir Ahmad.



Co-funded by
the European Union



- Pérez-Alvarez, J.A., Viuda-Martos, M., & Fernández-López, J. (2019). *Research, Development, and Innovation in Dairy and Meat-Based Foods Using Valued Added Compound Obtained from Mediterranean Fruit By-Products*. Taylor & Francis, In book: *Green Extraction and Valorization of By-Products from Food Processing* (pp.243-276).
- Puvača, N., Ljubojević Pelić, D., & Tomić, V. (2020). *Antimicrobial efficiency of medicinal plants and their influence on cheeses quality*. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 70 (1), 3-12.
- Qureshi, T.M., Nadeem, M., Iftikhar, J., Salim-ur-Rehman, Ibrahim, S.M., Majeed, F., Sultan, M. (2023). *Effect of Traditional Spices on the Quality and Antioxidant Potential of Paneer Prepared from Buffalo Milk*. *Agriculture*, 13(2), 491.
- Ritota, M., Manzi, P. (2020). *Natural Preservatives from Plant in Cheese Making*. *Animals*, 10(4), 749.
- Singh, T.P., Singh, P., & Kumar, P. (2015). *Drumstick (Moringa oleifera) as a food additive in livestock products*. *Nutrition & Food Science*, 45(3), 423-432.
- Stanislav, S., Lidiia, A., Yuliya, G., Andrey, L., Elizaveta, P., Irina, M., Aleksandr, R. (2019). *Functional dairy products enriched with plant ingredients*. *Foods and Raw materials*, 7(2), 428-438.



Capitolul 11. Acțiunea farmacologică și efectele asupra sănătății exercitate de produsele naturale derivate din plante medicinale (Dehelean CA, Șoica CM, Pînzaru IA)

11.1. Introducere

Acțiunea farmacologică a produselor naturale derivate din plante medicinale și efectele acestora asupra sănătății prezintă un interes considerabil pentru farmacologie, medicină și medicii naturaliști. Plantele conțin o varietate de compuși bioactivi care pot avea efecte diverse asupra corpului uman: minerale și vitamine care sunt componentele necesare unei diete sănătoase, precum și numeroși metaboliți primari și secundari care influențează nutriția și sănătatea umană.

Metaboliții secundari nu sunt esențiali în plante, dar acești compuși prezintă activitate biologică care îi face foarte utili ca ingrediente pentru formularea medicamentelor tradiționale și moderne. De o importanță deosebită sunt componentele bioactive constând din substanțe fitochimice precum polifenoli, carotenoide, terpene, alcaloizi, cumarine și uleiuri esențiale (Figura 11.1) [Samtiya et al., 2021].

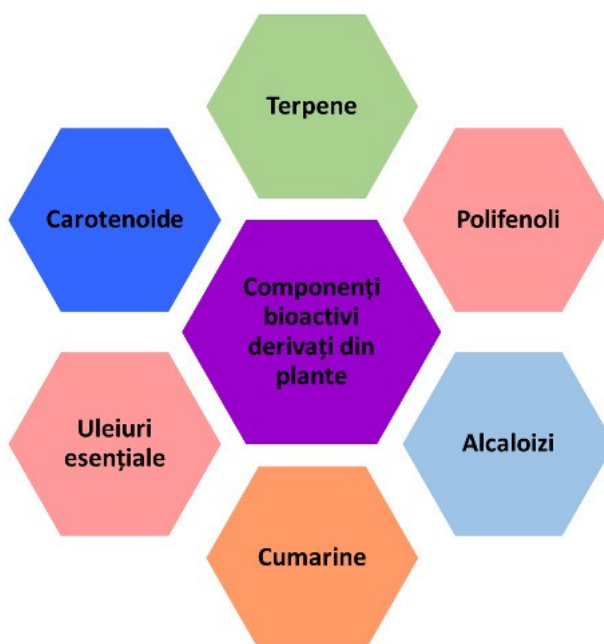


Figura 11.1. Compuși bioactivi derivați din plante.

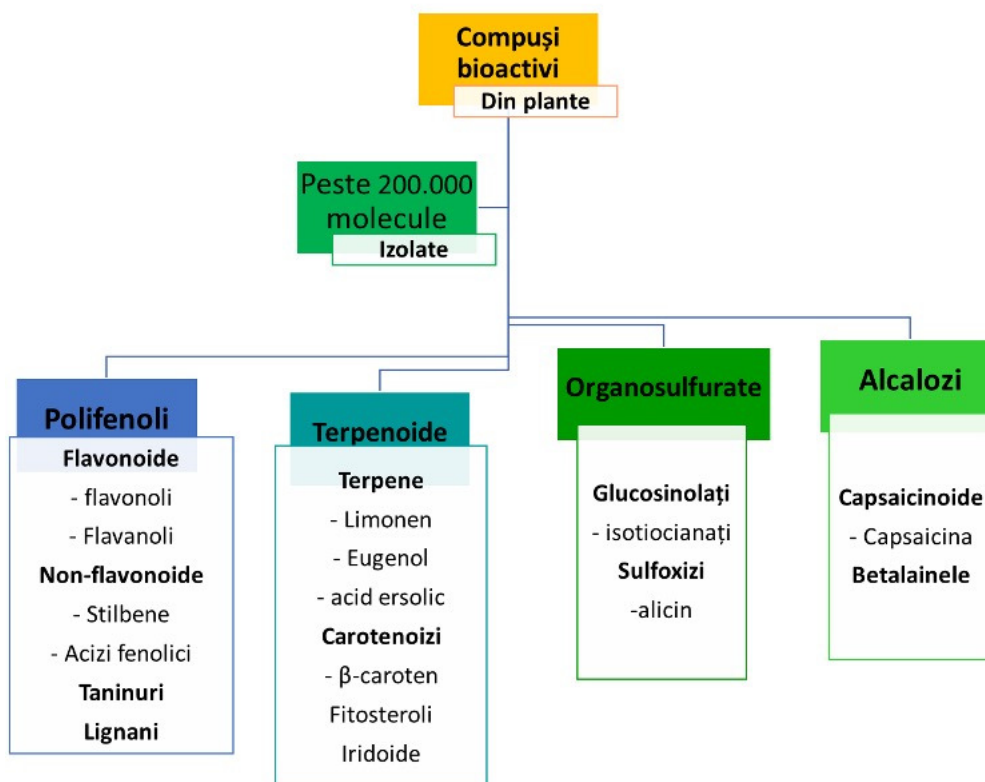


Figura 11.2. Compuși bioactivi prezenți în fructe și legume [Desjardins, 2014].

De-a lungul istoriei medicinei, plantele au jucat un rol crucial datorită proprietăților lor terapeutice remarcabile. Chiar și astăzi, noi molecule bioactive sunt descoperite prin explorarea plantelor. Astăzi, mai mult de jumătate din medicamentele utilizate pentru tratamentul și prevenirea diferitelor boli provin din plante. În plus, medicina tradițională este metoda principală de tratament pentru majoritatea bolilor din întreaga lume [Gad et al., 2013].

Morfina a fost primul compus vegetal izolat și folosit în medicina umană. Provine din specia *Papaver somniferum* și a marcat începutul erei descoperirii medicamentelor în 1803 [Krishnamurti, 2016]. De atunci, peste 70.000 de specii de plante au fost studiate și utilizate în medicina tradițională datorită proprietăților lor biologice remarcabile. Mai recent, numărul de medicamente pe bază de plante descoperite a crescut datorită progreselor științifice în domenii precum genomica și proteomica.



Utilizarea studiilor metabolomice este, de asemenea, utilizată pentru a identifica noi ținte biologice, a elucida mecanismele de acțiune și a menține dovezile beneficiilor medicamentelor și ale efectelor terapeutice care au fost dezvoltate [Nasim et al., 2022].

Cercetarea în domeniul medical se concentrează în primul rând pe descoperirea celui mai promițător compus care va fi eficient în tratarea unei multitudini de patologii, inclusiv cancerul, bolile cardiovasculare și tulburările neurodegenerative [Thomford et al., 2018]. Pentru a obține un medicament, primii pași includ izolarea și purificarea compușilor din sursele lor naturale (Figura 11.3).



Figura 11.3. Organigrama studiului plantelor medicinale [Azmir, 2013].

Plantele produc molecule semnal precum citochinina, auxina și acidul salicilic, precum și metaboliți secundari, cum ar fi alcaloizi, polifenoli și terpenoizi, care joacă un rol esențial în procesele fiziologice ale plantelor. Eliberarea acestor molecule este



deosebit de importantă în condiții de stres pentru a proteja planta. Medicina tradițională se bazează în mare măsură pe acești compuși datorită dimensiunilor mici ale moleculelor și diverselor mecanisme de acțiune [Lepri et al., 2023].

Progresul biotehnic a dus și la dezvoltarea proteinelor terapeutice din legume. Medicamentele pe bază de plante pot fi utilizate pentru a trata o mare varietate de afecțiuni, inclusiv cancer, HIV, boli cardiovasculare și diabet. Remediile sunt cunoscute ca produse biologice din plante și au avantajul de a produce proteine terapeutice mai ușor decât metodele bazate pe culturi de celule animale sau fermentație microbiană. În plus, acestea se caracterizează printr-un risc mai scăzut de contaminare microbiană, ceea ce le face o platformă competentă și una dintre clasele de produse cu cea mai rapidă creștere din industria farmaceutică. Multe medicamente utilizate în lumea modernă se bazează pe proteine derivate din plante [Chen 2016]. De exemplu, morcovii produc talilglucerase alfa, o substanță care este utilizată pentru a trata boala Gaucher. De asemenea, vaccinurile antigripale sunt în studii clinice, iar vaccinurile împotriva COVID-19 bazate pe particule asemănătoare virusului reprezintă un candidat biofarmaceutic important [Rosales-Mendoza, 2020]

Produsele naturale au atras atenția industriei farmaceutice, rezultând un interes sporit pentru medicamentele pe bază de plante. Medicamentele naturale au o serie de avantaje față de medicamentele sintetice, inclusiv riscuri mai mici, eficiență terapeutică crescută și metabolism și absorbție mai ușoare. Mai mult, procesele de purificare și standardizare ale unui singur compus sunt mai convenabile, facilitând utilizarea acestuia în sistemele moderne de administrare a medicamentelor.

11.2. Compuși bioactivi derivați din plante ca antioxidanți

Compușii fenolici sunt considerați compușii fitochimici cheie care pot ajuta la o menținere mai bună a sănătății umane datorită activității lor antioxidante puternice dovedite, care poate contribui la reducerea riscului apariției anumitor boli cronice, precum: tulburări cardiace, artrită, boli neurodegenerative, cancer, arterioscleroză. Antioxidanții sunt compuși care elimină radicalii liberi din sistemul uman. Corpul uman are un sistem natural de apărare antioxidantă care ține sub control radicalii liberi. Antioxidanții naturali găsiți în alimente, în special fructe, legume și alte plante, joacă



un rol important în prevenirea bolilor și în situația unui exces de radicali liberi. Dintre compușii fenolici, flavonoidele sunt cele mai abundente. Acestea includ antocianii, antocianidinele, flavonolii, flavonele și flavanonele care s-au dovedit a avea proprietăți antioxidante, antiinflamatorii, antimutagene și anticancerigene [Jideani et al., 2021] (Figura 11.4).

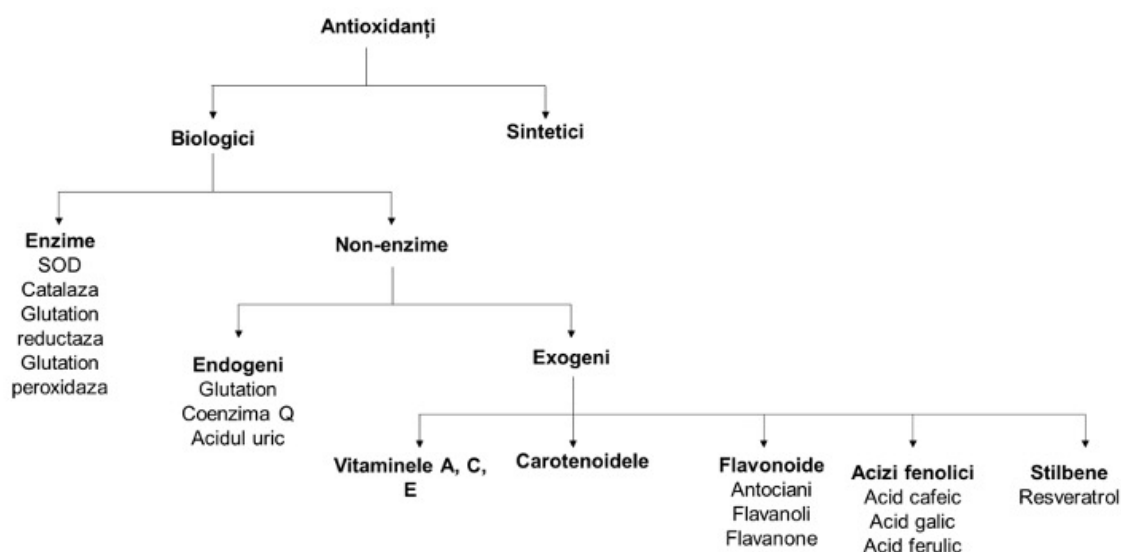


Figura 11.4. Clasificarea antioxidantilor [Kotha et al., 2022].

O clasă particulară de molecule bioactive derivate din plante sunt uleiurile esențiale care sunt un amestec de compuși chimici cu greutate moleculară mai mică, cum ar fi terpenoizi, compuși carbonilici, alcooli, compuși alifatici și polifenoli. Sunt extrase din diverse plante medicinale în industria farmaceutică datorită proprietăților lor antioxidante, antifungice, antimicrobiene și antivirale. Uleiurile esențiale au fost extrase din diferite părți ale plantelor, din frunze, fructe, flori, scoarță și rădăcină prin distilare cu abur, extracție cu solvent și hidrodistilare. Mai multe studii *in vitro*, *in vivo* și clinice au arătat siguranța și eficacitatea uleiurilor esențiale antioxidante (EO) în sănătatea orală. Produsele derivate din diferite plante medicinale, cum ar fi *Azadirachta indica*, *Thymus vulgaris*, *Asparagus racemosus*, *Juglans regia* și *Ocimum sanctum* posedă diferite tipuri de substanțe fitochimice, unele fiind utilizate în produse farmaceutice [Kumar et al., 2021].



11.3. Compuși bioactivi derivați din plante cu efect antiinflamator

Inflamația este un răspuns biologic molecular al organismelor vii la o serie de factori de stres exogeni: chimici, mecanici și microorganisme. Efectul inflamației este eliberarea de citokine inflamatorii și mediatori non-citokinici, cum ar fi speciile reactive de oxigen (ROS) și oxidul nitric (NO), care pot conduce la diferite boli cronice, inclusiv boli cardiovasculare, diabet, demență și cancer. Mai multe strategii de tratament sunt în studiu clinic pentru a preveni aceste stadii de inflamație cronică. Printre aceste strategii, substanțele fitochimice organice derivate din plante și condimente au fost folosite de mult timp ca instrument terapeutic esențial datorită efectelor lor antiinflamatoare recunoscute.

În ultimele decenii, au fost publicate sute de articole de cercetare și recenzii referitoare la efectele antiinflamatoare ale plantelor (Tabelul 11.1).

Tabelul 11.1. Activitatea antiinflamatoare a unor plante medicinale [Nunes et al., 2020].

Număr	Denumire botanică	Planta/Familia	Partea utilizată	Compuși constituenți
01	<i>Acacia catechu</i>	Mimosaceae	Scoarță, lemn, vârfuri înflorite, gumă.	Tanin, gumă, acid catehuic
02	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Frunze, rădăcină, ulei, semințe, gumă, fructe, floare.	Margosine, ulei amar, azadiractin.
03	<i>Caesalpinia crista</i>	Caesalpinaceae	Semințe, rădăcină, frunză, scoarță de rădăcină.	Acid oleic, linoleic, palmitic, stearic, fitosteroli.
04	<i>Cassia angustifolia</i>	Caesalpinaceae	Păstăi, frunze uscate.	Emodin, eatharitin, mucilagii, senna-picrin, acid opleanic.



Număr	Denumire botanică	Planta/Familia	Partea utilizată	Compușii constituenți
05	<i>Coriandrum sativum</i>	Umbelliferaeapiaceae	Frunză, scoarță, floare	Tanin, cathartin, acid malic, cathartin, albuminoide
06	<i>Cuscuta reflexa</i>	Convolvulaceae	Plantă, sămânță, fruct, tulpină.	Cuscutină, flavonoid, glucozid, bergenin, cumarină.
07	<i>Enicostema littorale</i>	Gentianaceae	Toată planta.	Alcaloizi, gentiocrucine
08	<i>Erythrina variegata</i>	Papilionaceae	Frunze, scoarță, rădăcini, floare.	2-Hidroxigenisteina, genisteina.
09	<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae	Plantă, rădăcini, frunze	Acid ascorbic, β -amirină, colină, inozitol, acid linoleic, β -sitosterol.
10	<i>Euphorbia tirucalli</i>	Euphorbiaceae	Rădăcină, plantă (lapte, suc).	β - sitosterol, acid elagic, acid citric, acid malic, eupholglucose.
11	<i>Fagonia cretica</i>	Zygophyllaceae	Frunze, crenguțe, scoarță.	Betulina
12	<i>Ficus benghalensis</i>	Moraceae	Rădăcini aeriene, scoarță, semințe, frunze, muguri, fructe, latex.	Pielea, fructele conțin 10% tanin.
13	<i>Ficus carica</i>	Moraceae	Fructe, rădăcina.	Alcaloizi, acid ascorbic, acid cafeic, niacină, acid linoleic, luteină, β -caroten, acid pantotenic, β -amirină.



Număr	Denumire botanică	Planta/Familia	Partea utilizată	Compușii constituenți
14	<i>Ficus religiosa</i>	Moraceae	Scoarță, frunze, fructe, lăstari fragezi, semințe.	Scoarța conține taninuri, cauciuc, ceară
15	<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae	Fructe, rădăcină, semințe, frunze.	Acid ascorbic, estragol, acid cumaric, acid cafeic, α -terpinen, scoparonă, scopoletină, cinarina, D-limonen, α -felandren.
16	<i>Gentiana kuroo</i>	Gentianaceae	Rizomi (rădăcini)	Gentiopirina, acid gentianic
17	<i>Gloriosa superba</i>	Liliaceae	Rizom, tubercul, frunze, floare	Colina, colchicina, stigmaterol, acid salilic, 2-metilcolchicina.
18	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	Papilionaceae	Rădăcini, frunze.	Genisteina, eugenol, bergapten, glicirizină, acetofenonă, estragol, camfor, acid ascorbic, apigenină, anetol.
19	<i>Gmelina arborea</i> Roxb	Verbenaceae	Toată planta.	Betulina
20	<i>Grewia asiatica</i>	Tiliaceae	Frunze, rădăcini, fructe, scoarță.	Betulina
21	<i>Hibiscus rosa-Sinensis</i>	Malvaceae	Muguri, rădăcini, frunze, floare	Quercetina, acid ascorbic.



Număr	Denumire botanică	Planta/Familia	Partea utilizată	Compușii constituenți
22	<i>Hygrophila auriculata</i>	Acanthaceae	Rădăcini, frunze, semințe.	Acizi oleic și linoleic în ulei de semințe, acid palmitic, acid stearic.
23	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	Rădăcinile tuberculoase.	Acid ascorbic, acid palmitic, acid lauric, acid stearic, acid oleic.
24	<i>Martynia annua</i>	Pedaliaceae	Fructe, frunze.	Pelargonidină-3,5-diglucozidă, cianidin-3-galactozidă, ulei semi-uscat.
25	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae	Toată planta	5-hidroxitriptamina, alcaloizi, acid ascorbic, β -caroten, colesterol, luteină, diosgenină, lanosterol, licopen, momordicină, charantin niacin, momordicoside.
26	<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	Rădăcini, scoarță, frunze, semințe.	Colina, moringinine, acid miristic, acid ascorbic, β -caroten, niacina, acid oleic, spirochin, acid stearic, tocoferol, vanilină.
27	<i>Nelumbo nucifera</i>	Nymphaeaceae	Toată planta.	Anonaină, acid ascorbic, β -caroten, cupru, acid erucic, glutation, hiperozidă, acid miristic, nuciferină, oxoushinsunine, rutin, acid stearic, trigonelină, kaempferol, D-catechină.



Număr	Denumire botanică	Planta/Familia	Partea utilizată	Compușii constituenți
28	<i>Nicotiana tobacum</i>	Solanaceae	Frunze.	1,8-cineol, 4-vinilguaiacol, acetaldehidă, acetofenonă, alcaloizi, anabazină, acid nicotinic, nicotină, scopoletină, quercitrină, sorbitol, tocoferol stigmasterol, trigonelină.
29	<i>Nigella sativa</i>	Ranunculaceae	Semințe.	α -spinasterol, acid ascorbic, β -sitosterol, carvone, D-limonen, acid linoleic, acid miristic, metionină, nigelonă, acid stearic, stigmasterol, tanin, timochinonă, hederagenină.
30	<i>Ocimum basilicum</i>	Lamiaceae	Toată planta	Acid acetic, acid ascorbic, acid aspartic, apigenina, arginina.
31	<i>Plumbago zeylanica</i>	Plumbaginaceae	Rădăcină, frunze, rădăcină, scoarță.	Plumbagin, droserone, 3-cloroplumbagin, chitranon, zeylinone, elliptione, izozeylinone.
32	<i>Portulaca oleraceae</i>	Portulacaceae	Tulpina, frunzele, semintele.	Oleracin I și II, betacianine acilate, carbohidrați, acid galacturonic, mucilagii.
33	<i>Pterocarpus marsupium</i>	Fabaceae	frunze, floare, gumă Heartwood,	Alcaloizi, gumă, ulei esențial, ulei fix semi-uscat.



Număr	Denumire botanică	Planta/Familia	Partea utilizată	Compușii constituenți
34	<i>Solanum melongena</i>	Solanaceae	Rădăcini, frunze, fructe fragede.	Acid ascorbic, alanină, arginină, acid cafeic.
35	<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	Toată planta.	Solenin, solasodină.
36	<i>Stereopermum suaveolens</i>	Bignoniaceae	Rădăcini, floare	Mucilagii, albumină, zahăr, ceară, lapachol, dehydrotectol, β -sitosterol, n-triacontanol.
37	<i>Tephrosia purpurea</i>	Fabaceae	Toată planta	Tephrosin, acid betulinic, lupeol, rutin.
38	<i>Terminalia chebula</i>	Combretaceae	Fructe mature, imature.	Acid ascorbic, acid galic, acid elagic, acid chebolic.
39	<i>Thespesia populnea</i>	Malvaceae	Toată planta	Gospol, herbacetin, kaempferol.
40	<i>Thespesia populneoides</i>	Malvaceae	Toată planta	Populneol, gospol, kaempferol, quercetin-5-glucozidă, calycopterin, kaempferol-5-glucozidă, kaempferol-3-glucozidă.
41	<i>Tinospora cordifolia</i>	Menispermaceae	Tulpina	Alcaloizi, amidon.
42	<i>Vernonia cinerea</i>	Asteraceae	Toată planta	Acid linoleic, lupeol, acid vernolic.

Compușii polifenolici precum taninurile, lignanii, cumarinele, saponinele și în special flavonoidele au atras atenția semnificativă datorită efectelor lor de modulare asupra inflamazomilor. Flavonoidele reprezintă un grup de pigmenți vegetali cu



Co-funded by
the European Union



distribuție extinsă în natură, fiind disponibili în fructe, semințe, flori și scoarțe. Flavonoidele au capacitate antiinflamatoare deoarece inhibă producția de mediatori inflamatori prin modularea căii acidului arahidonic, inhibând mai multe enzime precum ATPaza, prostaglandina, ciclooxygenaza, lipoxigenaza, NADH oxidaza, proteinkinaza, hidrolazele, peroxidazele, metalopeptidazele, tirozinazele și fosfolipaze. Astfel, flavonoidele au fost ținta unui interes sporit ca potențial medicament terapeutic în inhibarea sau chiar scăderea activității inflamatorii.

11.4. Compuși bioactivi derivați din plante cu efect antitumoral

Cancerul este o tulburare care afectează sever populația umană din întreaga lume. Este o tulburare metabolică extremă care a înregistrat progrese semnificative în planurile de tratament și remediile preventive. Se mai numește și boala neoplazică, caracterizată prin proliferarea necontrolată urmată de înmulțirea constantă a celulelor umane. Plantele medicinale, prin diversitatea constituenților lor chimici, au potențialul de a regla căile de semnalizare ale celulelor stem canceroase. Cei mai cunoscuți compuși anticancer derivați din plante de importanță medicală includ pe cei activi în atacarea citoscheletului microtubulilor celulari, precum alcaloizii Vinca și taxani, de exemplu, docetaxel (Taxotere), paclitaxel (Taxol) și alții. Este extrem de important să cunoaștem diferitele tipuri de cancer, împreună cu țintele responsabile pentru acestea, pentru a găsi o opțiune terapeutică pentru tratamentul lor (Figura 11.5).

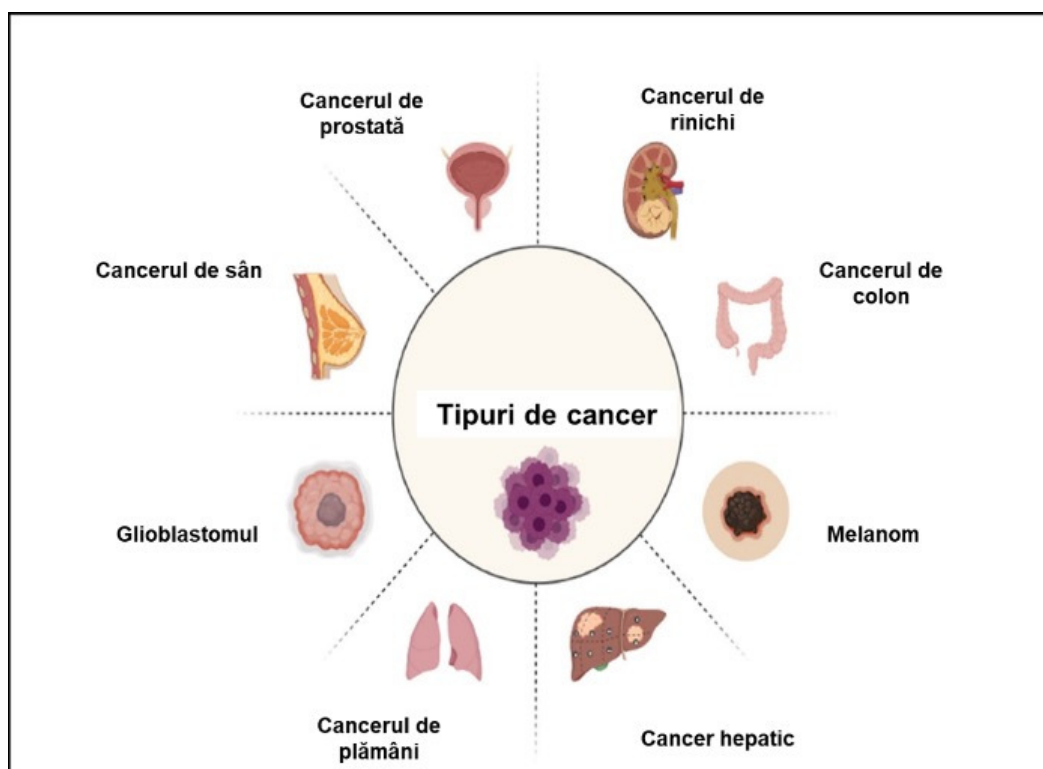


Figura 11.5. Tipuri de cancer [Roy et al., 2022].

În concluzie, produsele naturale derivate din plante medicinale exercită o gamă largă de acțiuni farmacologice. Diferite aspecte ale sănătății pot beneficia de pe urma potențialului terapeutic al plantelor, de la controlul inflamației până la protecția împotriva infecțiilor și a stresului oxidativ. Atât în medicina tradițională, cât și în cea modernă, aceste produse naturale au jucat un rol important în dezvoltarea medicamentelor farmaceutice. Pentru a asigura siguranța și eficacitatea, utilizarea lor ar trebui să fie ghidată de dovezi științifice și de expertiză medicală.

Bibliografie

Chen, Q., & Davis, K. R. (2016). *The potential of plants as a system for the development and production of human biologics*. *F1000Research*, 5, F1000 Faculty Rev-912.

Desjardins, Y. (2014). *Fruit and Vegetables and Health: An Overview*. In *Horticulture: Plants for People and Places*; Dixon, G. R., Aldous, D. E., Eds.; Springer Science+Business Media Dordrecht, 3, 965–1000.



- Dzobo, K. (2022). *The role of natural products as sources of therapeutic agents for innovative drug discovery. Comprehensive Pharmacology*, 408.
- Gad, H. A., El-Ahmady, S. H., Abou-Shoer, M. I., & Al-Azizi, M. M. (2013). *Application of chemometrics in authentication of herbal medicines: a review. Phytochemical analysis : PCA*, 24(1), 1–24.
- Krishnamurti, C., Rao, S.C. (2016). *The isolation of morphine by Serturmer. Indian J Anaesth.*, 60(11), 861-862.
- Jideani, A. I., Silungwe, H., Takalani, T., Omolola, A. O., Udeh, H. O., & Anyasi, T. A. (2021). *Antioxidant-rich natural fruit and vegetable products and human health. International Journal of Food Properties*, 24(1), 41-67.
- Kotha, R. R., Tareq, F. S., Yildiz, E., & Luthria, D. L. (2022). *Oxidative stress and antioxidants—A critical review on in vitro antioxidant assays. Antioxidants*, 11(12), 2388.
- Kumar, M., Prakash, S., Radha, Kumari, N., Pundir, A., Punia, S., ... & Mekhemar, M. (2021). *Beneficial role of antioxidant secondary metabolites from medicinal plants in maintaining oral health. Antioxidants*, 10(7), 1061.
- Lepri, A., Longo, C., Messori, A., Kazmi, H., Madia, V. N., Di Santo, R., Costi, R., & Vittorioso, P. (2023). *Plants and Small Molecules: An Up-and-Coming Synergy. Plants (Basel, Switzerland)*, 12(8), 1729.
- Nasim, N., Sandeep, I. S., & Mohanty, S. (2022). *Plant-derived natural products for drug discovery: current approaches and prospects. The Nucleus : an international journal of cytology and allied topics*, 65(3), 399–411.
- Nunes, C. D. R., Barreto Arantes, M., Menezes de Faria Pereira, S., Leandro da Cruz, L., de Souza Passos, M., Pereira de Moraes, L., ... & Barros de Oliveira, D. (2020). *Plants as sources of anti-inflammatory agents. Molecules*, 25(16), 3726.
- Rosales-Mendoza, S. (2020). *Will plant-made biopharmaceuticals play a role in the fight against COVID-19? Expert Opin Biol Ther.*, 20(6), 545-548.
- Roy, A., Datta, S., Bhatia, K. S., Jha, P., & Prasad, R. (2022). *Role of plant derived bioactive compounds against cancer. South African Journal of Botany*, 149, 1017-1028.



Co-funded by
the European Union



Samtiya, M., Aluko, R. E., Dhewa, T., & Moreno-Rojas, J. M. (2021). *Potential health benefits of plant food-derived bioactive components: An overview. Foods*, 10(4), 839.

Thomford, N. E., Senthebane, D. A., Rowe, A., Munro, D., Seele, P., Maroyi, A., & Dzobo, K. (2018). *Natural Products for Drug Discovery in the 21st Century: Innovations for Novel Drug Discovery. International journal of molecular sciences*, 19(6), 1578.



Capitolul 12. Plante medicinale și valori de referință dietetice (Dehelean CA, Șoica CM, Pînzaru IA)

Valorile de referință dietetice și plantele medicinale sunt două aspecte distincte ale sănătății și nutriției, dar interconectate. Valorile dietetice de referință sunt stabilite pentru a ghida indivizii în menținerea unei alimentații echilibrate și sănătoase, oferind repere pentru aportul optim de nutrienți necesari funcționării corecte a organismului. Pe de altă parte, plantele medicinale pot contribui la atingerea acestor obiective dietetice, aducând beneficii suplimentare pentru sănătate.

La nivel global, nutriția joacă un rol esențial în prevenirea mortalității și îmbunătățirea calității vieții [English et al., 2021]. Datorită acestui fapt, intervenția alimentară necesită un efort semnificativ atât din partea furnizorilor de asistență medicală, cât și din partea pacienților. S-a constatat că, de multe ori, consilierea pacienților din punct de vedere nutrițional este tratată superficial, cea mai mare parte a atenției fiind pusă pe intervențiile farmacologice [Hever, 2017].

Principalele beneficii ale dietei pe bază de plante au fost, de asemenea, subliniate în legătură cu progresul științific în domeniu. Dietele bazate pe alimente integrale, care includ legume, fructe, leguminoase, cereale integrale, nuci, semințe, ierburi și condimente, sunt recunoscute pentru capacitatea lor de a preveni boli cronice, precum bolile cardiovasculare și cancerul. Mai multe asociații dedicate prevenirii acestor boli, precum și Departamentul Agriculturii al Statelor Unite, au subliniat importanța asigurării unui aport adecvat de fibre, minerale și vitamine, recomandând ca jumătate din farfurie să fie formată din legume și fructe [McGuire, 2016; USDA, 2020].

În plus, există o creștere a interesului pentru utilizarea plantelor medicinale ca parte integrantă a unui stil de viață sănătos. Plantele medicinale, cum ar fi ghimbirul, turmeric-ul, echinacea și multe altele, sunt utilizate tradițional pentru proprietățile lor terapeutice și preventive. Aceste plante conțin compuși bioactivi care pot oferi efecte antioxidante, antiinflamatorii și antimicrobiene, contribuind la sănătatea generală și la prevenirea bolilor [Pan et al., 2013].



În contextul actual, există un interes crescând pentru cercetarea integrativă care să combine cunoștințele tradiționale despre plantele medicinale cu metodele moderne de cercetare științifică. Astfel, se pot obține dovezi solide privind eficacitatea și siguranța utilizării acestor plante în scopuri terapeutice. Pe măsură ce tot mai multe studii evidențiază beneficiile și mecanismele de acțiune ale plantelor medicinale, acestea devin tot mai integrate în protocoalele de tratament și în recomandările dietetice [Tapsell et al., 2006].

În concluzie, o abordare holistică care să includă atât valorile de referință dietetice cât și utilizarea plantelor medicinale poate conduce la îmbunătățirea stării de sănătate și la prevenirea bolilor cronice, oferind un fundament solid pentru un stil de viață sănătos și echilibrat.

12.1. Macronutrienți din plante

Raportul ideal de macronutrienți din alimente este încă un subiect intens dezbătut. Există dovezi ample care au evidențiat beneficiile pentru sănătate ale unei diete pe bază de plante [Yokose et al., 2021]. Cei mai importanți macronutrienți care pot fi găsiți în regnul vegetal includ carbohidrații, proteinele și acizii grași.

Carbohidrați

Aportul zilnic recomandat de carbohidrați în condiții normale este de aproximativ 130 de grame, excluzând sarcina și alăptarea [Clemente-Suárez et al., 2021]. Există o serie de surse optime de carbohidrați, inclusiv legume, fructe și cereale. Este obișnuit să se eticheteze anumite produse de origine vegetală ca surse primare de carbohidrați, cum ar fi tuberculii întregi și cartofii. Conținutul de proteine al acestor produse este satisfăcător, în ciuda faptului că sunt considerate bogate în energie, dar sărace în proteine. Prin înlocuirea orezului cu puiul, de exemplu, se menține echilibrul de azot. Aceste rezultate demonstrează că sursele de alimente pe bază de legume pot satisface cerințele nutriționale într-un mod sănătos și echilibrat [Alcorta et al., 2021].

Carbohidrații sunt macronutrienți esențiali care furnizează energie organismului, fiind deosebit de importanți pentru funcționarea optimă a creierului și a sistemului nervos [Slavin, 2013]. Sursele de carbohidrați complecși, precum cerealele



integrale, legumele și leguminoasele, sunt preferate față de carbohidrații simpli, regăsiți în zaharuri rafinate și produse procesate, datorită beneficiilor lor pentru sănătate. Aceștia eliberează energie treptat, menținând nivelurile de zahăr din sânge stabile și oferind senzația de sațietate pe termen lung [Mann and Truswell, 2012].

În plus, fibrele alimentare, o categorie importantă de carbohidrați, joacă un rol crucial în sănătatea digestivă. Fibrele ajută la reglarea tranzitului intestinal, prevenind constipația și reducând riscul de afecțiuni digestive, cum ar fi diverticuloza și cancerul de colon [Anderson et al., 2009]. De asemenea, fibrele contribuie la scăderea nivelului de colesterol din sânge și la controlul greutateii, promovând sănătatea cardiovasculară [Soliman, 2019].

Consumul unei varietăți de surse de carbohidrați, incluzând legume, fructe, cereale integrale și leguminoase, asigură un aport adecvat de vitamine, minerale și fitonutrienți, esențiali pentru menținerea sănătății generale [Bach-Faig et al., 2011]. Adaptarea aportului de carbohidrați în funcție de nevoile individuale și de stilul de viață poate contribui la o dietă echilibrată și la prevenirea bolilor cronice, oferind în același timp energia necesară pentru activitățile zilnice [Marriott et al., 2010].

Proteine

Consumul recomandat de proteine este de 0.8 g/kg/zi pentru adulți. Mai multe studii recente recomandă o creștere a acestui aport la 1.2 g/kg/zi pentru persoanele cu vârsta peste 65 de ani [Lonnie et al., 2018]. Deși marketingul alimentar s-a concentrat în mare măsură pe proteinele de origine animală, toți aminoacizii esențiali sunt sintetizați de bacterii sau plante, astfel încât aceștia pot fi obținuți cu ușurință din produse vegetale [Hertzler et al., 2020]. Alimentele pe bază de plante bogate în proteine includ nucile, leguminoasele, semințele, boabele de soia și cerealele integrale. În ciuda faptului că aceste plante tind să conțină o cantitate mai mică de aminoacizi esențiali decât produsele de origine animală, unele studii sugerează că această diferență poate fi benefică [Gorissen et al., 2018].

De exemplu, alimentele vegetale sunt adesea însoțite de fibre, vitamine și fitonutrienți care pot contribui la o sănătate generală mai bună și la reducerea riscului de boli cronice [Satija et al., 2016]. Aceste aspecte subliniază importanța unei diete



echilibrate și diversificate care să includă atât proteine vegetale, cât și animale, în funcție de nevoile individuale și de stilul de viață.

În plus, combinația de surse proteice vegetale poate compensa lipsurile individuale în aminoacizi esențiali. De exemplu, consumul combinat de leguminoase și cereale integrale, cum ar fi orezul și fasolea, poate oferi un profil complet de aminoacizi esențiali. Aceasta metodă este cunoscută sub numele de „complementarea proteică” și este esențială pentru vegani și vegetarieni pentru a asigura un aport proteic adecvat [Young & Pellett, 1994].

Pentru sportivi și persoanele cu un nivel ridicat de activitate fizică, necesarul de proteine poate fi mai mare decât cel recomandat în mod obișnuit. Aceștia ar putea beneficia de o cantitate de până la 1.6-2.2 g/kg/zi pentru a sprijini refacerea musculară și performanța [Phillips and Van Loon, 2011]. Suplimentele proteice, cum ar fi pulberile proteice din zer, mazăre sau cânepă, pot fi utile pentru a atinge aceste necesități sportive.

De asemenea, este important să se considere calitatea proteinelor consumate. Proteinele de înaltă calitate sunt cele care conțin toți aminoacizii esențiali în proporții adecvate pentru nevoile organismului. Sursele de proteine de înaltă calitate includ ouăle, produsele lactate, carnea slabă și anumite proteine vegetale cum ar fi soia și quinoa [Hoffman and Falvo, 2004].

Prin urmare, un aport proteic adecvat și de calitate, adaptat nevoilor individuale și preferințelor dietetice, este crucial pentru menținerea sănătății și funcționării optime a organismului pe tot parcursul vieții [Brouns et al., 2003].

Acizi grași dietetici

Acizii grași au un interval de aport recomandat mai larg decât alți macronutrienți, variind între 20% și 35% din totalul caloriilor pentru adulții cu vârsta peste 19 ani [Poli et al., 2023]. Există doar doi acizi grași esențiali în dietă: omega-3 și omega-6. Acizii grași omega-3 se găsesc în principal în semințele de in, semințele de chia, semințele de cânepă, semințele de soia, nucile și germenii de grâu. Omega 3 derivat din plante are multe avantaje față de produsele marine, deoarece nu conține metale grele precum mercur, plumb sau alți poluanți industriali [Liu et al., 2022].



Acidul gras omega-6, pe de altă parte, se găsește în majoritatea plantelor și este un acid gras esențial. Din acest motiv, anumite diete moderne tind să fie excesive în grăsimi omega-6 prin consumul de alimente bogate în aceste grăsimi, dar sărace în grăsimi omega-3. S-a observat o tendință de creștere a apariției de boli inflamatorii ca urmare a creșterii raportului omega-6/omega-3 [Nur Mahendra et al., 2023].

Pentru a echilibra acest raport și a reduce riscul asociat cu un aport excesiv de omega-6, se recomandă creșterea consumului de alimente bogate în omega-3 și reducerea surselor bogate în omega-6, cum ar fi uleiurile vegetale rafinate. O metodă eficientă de a îmbunătăți acest echilibru este includerea în dietă a peștelui gras, precum somonul, macroul și sardinele, care sunt surse excelente de acizi grași omega-3 cu catenă lungă, cum ar fi EPA și DHA. Aceste forme de omega-3 sunt direct utilizabile de către organism și au efecte benefice asupra sănătății cardiovasculare și a funcției cerebrale [Calder et al., 2020].

În plus, suplimentele de omega-3 pe bază de ulei de pește sau ulei de krill pot fi considerate pentru a asigura un aport adecvat, mai ales în cazul persoanelor care nu consumă suficient pește. Este important să se monitorizeze calitatea acestor suplimente pentru a evita contaminanții și pentru a asigura eficacitatea [Innes and Calder, 2020].

De asemenea, se recomandă atenție la sursele de omega-6. De exemplu, uleiurile de floarea-soarelui, porumb și soia, utilizate frecvent în produsele procesate, sunt bogate în omega-6 și ar trebui consumate cu moderație. Înlocuirea acestora cu uleiuri mai bogate în omega-3 sau uleiuri cu un raport mai echilibrat, cum ar fi uleiul de măsline, poate contribui la menținerea unui echilibru sănătos între acești acizi grași esențiali [Simopoulos, 2016].

Prin urmare, menținerea unui raport sănătos omega-6/omega-3 este esențială pentru prevenirea inflamațiilor și a bolilor cronice, iar o dietă echilibrată, bogată în surse naturale de omega-3 și moderată în omega-6, poate aduce numeroase beneficii pentru sănătate [Simopoulos, 2002].



12.2. Micronutrienți din plante

Este important de menționat că, deși studiile s-au concentrat pe conținutul de macronutrienți al plantelor, studii mai recente au evidențiat rolul benefic al altor micronutrienți în produsele pe bază de plante. O dietă sănătoasă trebuie să conțină o varietate de micronutrienți, cum ar fi vitamine, minerale și fitonutrienți [Assunção et al., 2022].

Vitamine

Vitaminele și mineralele sunt definite „esențiale” deoarece nu pot fi sintetizate în organismul uman și, prin urmare, trebuie obținute prin dietă. Acestea sunt necesare în cantități diferite de-a lungul vieții pentru a coordona diferite funcții fiziologice pentru a menține sănătatea. Vitaminele sunt compuși organici care pot fi împărțiți în două categorii, în funcție de solubilitatea lor relativă în apă și uleiuri:

- vitamine hidrosolubile: sunt solubile în apă, dar nu și în grăsimi;
- vitamine liposolubile: sunt solubile în grăsimi (și solvenți organici), dar nu și în apă.

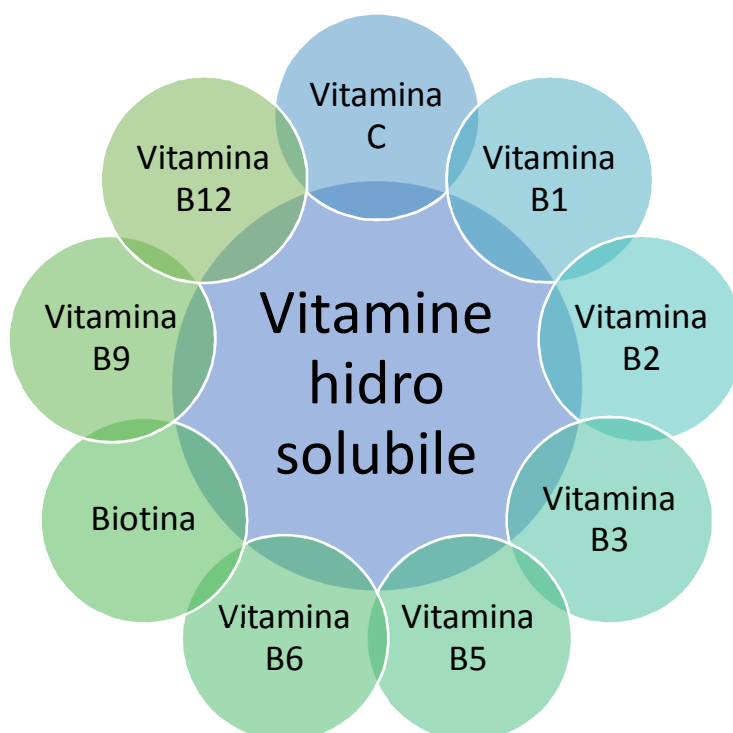


Figura 12.1. Vitamine solubile în apă.



Vitaminele sunt micronutrienți esențiali pentru menținerea sănătății și funcționarea optimă a organismului. Ele se împart în două categorii principale: hidrosolubile și liposolubile. Vitaminele hidrosolubile, cum ar fi vitamina C și complexul de vitamine B, sunt solubile în apă și trebuie consumate zilnic, deoarece organismul nu le poate stoca în cantități mari. Vitamina C este un antioxidant puternic, susținând sistemul imunitar și sănătatea pielii, în timp ce vitaminele B sunt cruciale pentru metabolismul energetic și sănătatea nervilor [Mahan and Raymond, 2016]. Pe de altă parte, vitaminele liposolubile, cum ar fi vitaminele A, D, E și K, se dizolvă în grăsimi și se stochează în organism.

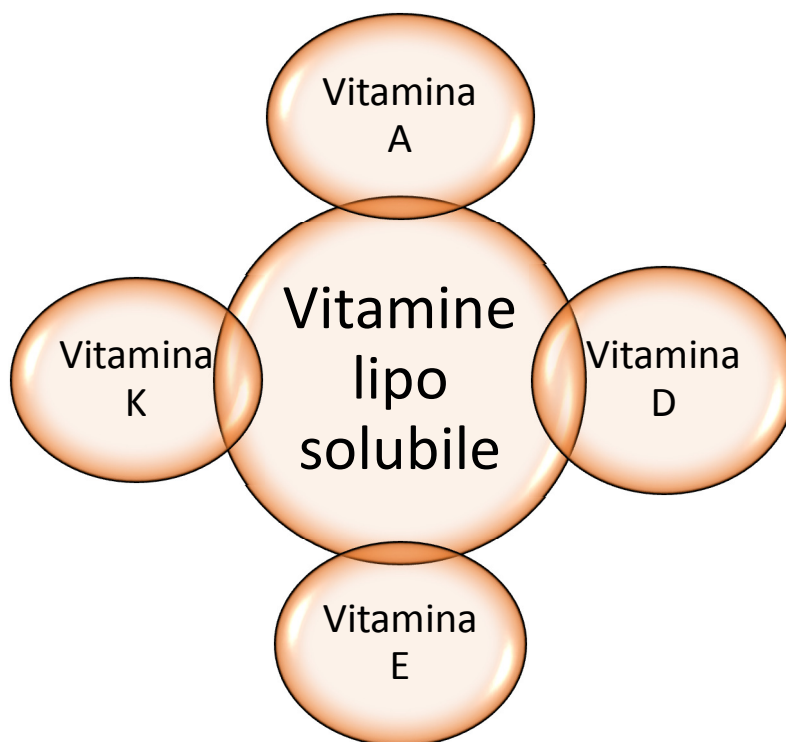


Figura 12.2. Vitamine solubile în grăsimi.

Vitamina A este esențială pentru vedere și imunitate, vitamina D pentru sănătatea oaselor, vitamina E ca antioxidant și vitamina K pentru coagularea sângelui și sănătatea oaselor [Gropper et al., 2018]. O alimentație echilibrată și variată, bogată în surse vegetale, poate asigura aportul necesar de vitamine pentru o sănătate optimă.



Vitaminele sunt obținute din alimente, dar unele sunt dobândite prin intermediul microorganismelor din flora intestinală care produc biotina și vitamina K. Deficiențele de vitamine precum și aportul în exces pot produce tulburări și toxicitate cronică sau acută. Legumele și fructele sunt o sursă bogată de micronutrienți. Deficiențele de vitamine pot duce la diverse probleme de sănătate. De exemplu, lipsa vitaminei C poate provoca scorbut, o afecțiune caracterizată prin slăbiciune, anemie și probleme ale pielii [Carr and Maggini, 2017].

Deficiențele de vitamine din complexul B pot duce la afecțiuni variate, cum ar fi: boala beriberi (deficiență de vitamina B1), pelagra (deficiență de vitamina B3) și anemie megaloblastică (deficiență de vitamina B12) [Kennedy, 2016]. Vitamina D este esențială pentru absorbția calciului, iar deficiența acesteia poate duce la rahitism la copii și osteomalacie la adulți [Holick, 2007]. Vitamina A este vitală pentru sănătatea vizuală, iar deficiența poate duce la xeroftalmie și orbire nocturnă [Sommer, 2008]. Deficiențele de vitamina K pot provoca probleme de coagulare a sângelui, ceea ce poate duce la sângerări excesive [Shearer, 2009].

Pe lângă prevenirea deficiențelor, vitaminele joacă și roluri preventive și terapeutice. De exemplu, s-a demonstrat că vitamina E poate ajuta la protejarea celulelor împotriva daunelor oxidative, iar suplimentarea cu vitamina D poate îmbunătăți sănătatea oaselor și poate reduce riscul de osteoporoză [Traber and Stevens, 2011]. Vitamina C nu doar sprijină sistemul imunitar, dar și promovează vindecarea rănilor și sinteza colagenului [Carr and Maggini, 2017]. Complexul de vitamine B este esențial pentru funcționarea sistemului nervos și pentru producerea de energie, având roluri importante în menținerea sănătății psihice și în prevenirea depresiei și anxietății [Kennedy, 2016].

Sursele naturale de vitamine sunt variate și pot fi găsite în numeroase alimente. Fructele și legumele proaspete sunt surse excelente de vitamine hidrosolubile, în timp ce nucile, semințele și uleiurile vegetale sunt bogate în vitamine liposolubile [Gropper et al., 2018]. În plus, produsele de origine animală, cum ar fi ficatul, peștele gras și lactatele, sunt surse bune de vitamine A și D [Mahan and Raymond, 2016].

Pentru a asigura un aport adecvat de vitamine, este important să se consume o dietă diversificată, care să includă o gamă largă de alimente. Suplimentele vitaminice



pot fi necesare în anumite circumstanțe, cum ar fi în caz de deficiență diagnosticată, anumite afecțiuni medicale sau în perioadele de creștere și dezvoltare [Traber and Stevens, 2011]. Cu toate acestea, este esențial să se consulte un profesionist din domeniul sănătății înainte de a începe orice regim de suplimentare pentru a evita hipervitaminaza sau interacțiunile nedorite cu alte medicamente [Kennedy, 2016]. În plus, pentru persoanele cu nevoi speciale sau afecțiuni specifice de sănătate, poate fi necesară suplimentarea cu minerale și oligoelemente sub supravegherea unui profesionist din domeniul sănătății. De exemplu, femeile însărcinate, persoanele în vârstă și sportivii pot avea cerințe nutriționale crescute și pot beneficia de suplimente adecvate pentru a asigura un aport suficient de nutrienți esențiali.

Vitamine hidrosolubile - puncte cheie:

- ❖ *Vitamina C (acid ascorbic): antioxidant puternic, susține sistemul imunitar, sănătatea pielii și absorbția fierului. Surse: citrice, căpșuni, ardei gras.*
- ❖ *Vitaminele B (B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9, B12): esențiale pentru metabolismul energetic, sănătatea nervilor și producția de celule sanguine. Surse: cereale integrale, leguminoase, nuci, semințe, legume cu frunze verzi.*

Vitamine liposolubile - puncte cheie:

- ❖ *Vitamina A: esențială pentru vedere, sistemul imunitar și sănătatea pielii. Surse: morcovi, cartofi dulci, spanac.*
- ❖ *Vitamina D: ajută la absorbția calciului și fosforului, esențiale pentru sănătatea oaselor. Surse: expunerea la soare (în cazul plantelor, indirect prin alimentația animalelor care le consumă).*
- ❖ *Vitamina E: antioxidant, protejează celulele de deteriorare. Surse: Nuci, semințe, spanac.*
- ❖ *Vitamina K: importantă pentru coagularea sângelui și sănătatea oaselor. Surse: legume cu frunze verzi (kale, spanac), broccoli, varză de Bruxelles.*

Minerale

Mineralele și oligoelementele sunt esențiale pentru menținerea sănătății și funcționării corespunzătoare a organismului. Mineralele, cum ar fi calciul, fierul,



magneziul, potasiul și zincul, joacă roluri cruciale în procese precum sănătatea oaselor, transportul oxigenului, funcționarea mușchilor și nervilor, reglarea echilibrului hidric și imunitatea. Sursele vegetale de aceste minerale includ legume cu frunze verzi, leguminoase, nuci și semințe.

Calciul este fundamental pentru formarea și menținerea oaselor și dinților puternici, prevenind afecțiuni precum osteoporoza. Surse bogate de calciu includ broccoli, migdale și tofu fortificat [Weaver, 2014]. Fierul este esențial pentru producerea hemoglobinei și transportul oxigenului în sânge. Deficiența de fier poate duce la anemie, manifestată prin oboseală și slăbiciune. Leguminoasele, spanacul și semințele de dovleac sunt surse excelente de fier vegetal [Abbaspour et al., 2014].

Magneziul contribuie la funcționarea normală a mușchilor și nervilor, sinteza proteinelor și controlul glicemiei. Surse bogate de magneziu sunt semințele de dovleac, migdalele și spanacul [Rosanoff et al., 2012]. Potasiul este crucial pentru menținerea echilibrului hidric și funcționarea corectă a celulelor și nervilor. Bananele, cartofii și avocado sunt surse excelente de potasiu [He and MacGregor, 2008]. Zincul joacă un rol esențial în funcționarea sistemului imunitar și în procesul de vindecare a rănilor. Nuci, semințele de susan și năutul sunt surse bogate de zinc [Prasad, 2013].

Oligoelementele, precum cuprul, manganul, seleniul și iodul, sunt necesare în cantități mai mici, dar sunt vitale pentru producerea de energie, metabolismul carbohidraților și lipidelor, protecția celulară și funcționarea tiroidei. Cuprul este esențial pentru formarea celulelor roșii din sânge și funcționarea sistemului imunitar, iar surse bogate includ nucile, semințele și ciocolata neagră [Harvey et al., 2003]. Manganul joacă un rol crucial în metabolismul carbohidraților și lipidelor, fiind prezent în cerealele integrale, nucile și ceaiul [Aschner and Aschner, 2005].

Seleniul este un antioxidant puternic care protejează celulele împotriva daunelor oxidative și sprijină funcționarea tiroidei. Sursele de seleniu includ nucile braziliene, semințele de floarea-soarelui și ciupercile [Rayman, 2000]. Iodul este esențial pentru sinteza hormonilor tiroidieni, care reglează metabolismul. Surse bogate de iod includ algele marine, peștele și produsele lactate [Zimmermann and Boelaert, 2015].

O dietă variată și echilibrată poate asigura aportul adecvat de minerale și oligoelemente pentru o sănătate optimă. Consumul regulat de alimente bogate în



acești nutrienți esențiali poate contribui la prevenirea deficiențelor și la susținerea funcționării corespunzătoare a organismului. Este important să se acorde atenție diversității alimentare și să se includă o gamă largă de legume, fructe, cereale integrale, nuci și semințe în dieta zilnică.

Minerale – puncte cheie:

- ❖ *Calciu: esențial pentru oase și dinți sănătoși, coagularea sângelui și funcționarea normală a mușchilor și a nervilor. Surse: legume cu frunze verzi (de exemplu, spanac, kale), broccoli.*
- ❖ *Fier: necesar pentru sinteza hemoglobinei și transportul oxigenului în sânge. Surse: leguminoase (fasole, linte), semințe de chia, quinoa.*
- ❖ *Magneziul: important pentru funcția musculară și nervoasă, reglarea glicemiei și sinteza proteinelor. Surse: nuci, semințe, spanac.*
- ❖ *Potasiu: reglează echilibrul hidric și tensiunea arterială. Surse: banane, cartofi, avocado.*
- ❖ *Zinc: contribuie la sistemul imunitar și la vindecarea rănilor. Surse: semințe de dovleac, caju, năut.*
- ❖ *Fosfor: esențial pentru construirea oaselor și a dinților și pentru producerea de energie. Surse: pește, pui, linte.*
- ❖ *Seleniu: are proprietăți antioxidante și susține funcționarea glandei tiroide. Surse: nuci de Brazilia, semințe de floarea soarelui, ciuperci.*

Oligoelemente – puncte cheie:

- ❖ *Cuprul: necesar pentru producerea de energie și formarea țesutului conjunctiv. Surse: ciuperci, nuci, semințe.*
- ❖ *Mangan: implicat în metabolismul glucidelor și lipidelor. Surse: nuci, legume cu frunze verzi, ananas.*
- ❖ *Seleniu: antioxidant care protejează celulele de deteriorare. Surse: nuci de Brazilia, semințe de floarea soarelui, ciuperci.*
- ❖ *Iod: esențial pentru funcția tiroidiană. Surse: alge marine, afine, fasole.*



Alimentele pe bază de plante sunt surse bogate de vitamine și micronutrienți esențiali. Mai jos sunt alimentele care conțin unele vitamine și minerale (Figura 12.3).

Nutrienți	Aport de referință (AR)/Aport adecvat (AA)	Conținut (per 100 g)	Biodisponibilitate (%)
• (pro)-vitamina A	• 650 μg/d	• Morcov 694 μg • Varză kale 335 μg • Mango 26 μg • Portocala 8 μg	• 0-36%
• Folat	• 330 μg/d	• Spanac 300 μg • Brocoli 230 μg	• 60-89%
• Vitamina C	• 95 mg/d	• Varză kale 100 mg • Brocoli 47 mg • Portocala 51 mg • Kiwi 79 mg	• 89-90%
• Vitamina K	• 70 μg/d	• Varza kale 623 μg • Spanac 394 μg • Kiwi 79 μg	• 5%
• Potasiu	• 3500 mg/d	• Varza kale 400 mg • Spanac 539 mg • Banana 374 mg • Kiwi 312 mg	• 60-85%
• Calciu	• 950 mg/d	• Varza kale 180 mg • Spanac 105 mg • Kiwi 30 mg • Portocală 23 mg	• 20-40%

Figura 12.3. Vitamine și minerale găsite în diferite fructe și legume.

Fitonutrienți

Fitonutrienții, cunoscuți și sub denumirea de fitochimicale, sunt compuși bioactivi prezenți în plante care oferă beneficii semnificative pentru sănătate. Nu sunt considerați nutrienți esențiali, dar ajută la prevenirea bolilor și la menținerea sănătății. Fitonutrienții au, printre altele, proprietăți antioxidante, antiinflamatorii și anticarcinogene.



Dintre fitonutrienți, polifenolii sunt o clasă de compuși de origine naturală care au atras atenția. O serie de acțiuni biologice benefice sunt asociate cu aceștia, cum ar fi proprietățile antioxidante și capacitatea de a regla funcția celulelor [Zhang et al., 2022]. O serie de alți compuși, cum ar fi flavonoidele, stilbenele și curcuminoidele, joacă un rol important în prevenirea bolilor cardiovasculare, a bolilor neurodegenerative și a cancerului. În plus, acești micronutrienți sunt adesea cofactori enzimatici și au efecte pleiotrope și sinergice, scăzând riscul de boli cronice [Monjotin, 2022].

1. Flavonoide

Flavonoidele sunt o clasă importantă de fitonutrienți prezenți în plante, recunoscute pentru multiplele lor beneficii asupra sănătății umane. Acești compuși bioactivi se găsesc în diferite fructe, legume, ceaiuri și alte alimente pe bază de plante, oferindu-le nu numai culorile lor vibrante, ci și proprietăți antioxidante, antiinflamatorii și antivirale [Manach et al., 2004]. Prin aceste proprietăți, flavonoidele contribuie la protejarea celulelor împotriva stresului oxidativ, la reducerea inflamației și la susținerea sistemului imunitar [Panche et al., 2016].

Studiile au arătat că, consumul regulat de flavonoide poate reduce riscul bolilor cronice precum bolile cardiovasculare, diabetul și anumite tipuri de cancer [Hollman et al., 1999; Arts și Hollman, 2005]. Prin urmare, includerea alimentelor bogate în flavonoide în dieta zilnică poate aduce beneficii semnificative pentru sănătatea generală și bunăstarea pe termen lung [Bondonno et al., 2019].

Tipuri de flavonoide și sursele lor:

- *Quercetina:* ajută la reducerea inflamației și poate avea efecte antivirale.

Surse: ceapă, mere, fructe de pădure.

- *Catechine:* antioxidanți puternici care protejează celulele de deteriorare.

Surse: ceai verde, ciocolată neagră, mere.

- *Antocianine:* contribuie la sănătatea inimii și au proprietăți antioxidante. Surse: afine, mure, vinete.

- *Luteolina:* are efecte antiinflamatorii și antioxidante, ajutând la protejarea celulelor. Surse: pătrunjel, ardei verde, mușețel.



Co-funded by
the European Union



- *Flavonoli*: beneficii pentru sănătatea cardiovasculară și reducerea riscului de cancer. Surse: ceai, ceapă, broccoli.

- *Izoflavone*: contribuie la echilibrul hormonal și la sănătatea oaselor. Surse: soia, tofu, năut.

2. Carotenoide

Carotenoidele sunt o clasă de fitonutrienți esențiali, prezenți în multe plante și alimente pe bază de plante. Acești compuși bioactivi sunt pigmenți naturali care conferă culori vibrante de la galben și portocaliu până la roșu intens fructelor și legumelor [Fraser and Bramley, 2004]. Carotenoidele sunt cunoscute pentru multiplele lor beneficii asupra sănătății, incluzând proprietăți antioxidante și roluri importante în menținerea sănătății ochilor, pielii și sistemului imunitar [Krinsky and Johnson, 2005]. Consumul de alimente bogate în carotenoide este asociat cu reducerea riscului de boli cronice, cum ar fi bolile cardiovasculare și anumite tipuri de cancer [van Poppel et al., 1993; Rao and Rao, 2007]. Datorită acestor beneficii, includerea unei varietăți de fructe și legume colorate în dieta zilnică poate contribui semnificativ la sănătatea și bunăstarea generală [Johnson, 2002].

- *Beta-caroten*: precursor al vitaminei A, esențial pentru vedere și imunitate. Surse: morcovi, cartofi dulci, dovleac.

- *Luteină și zeaxantină*: protejează ochii împotriva degenerescenței maculare. Surse: spanac, kale, porumb.

3. Glucozinolați

Glucozinolații sunt compuși naturali prezenți în diverse legume crucifere, cunoscuți pentru proprietățile lor benefice asupra sănătății. Acești fitonutrienți joacă un rol esențial în protecția organismului împotriva diferitelor boli, inclusiv cancerul. Glucozinolații contribuie la detoxifierea organismului și au efecte antiinflamatorii, antioxidante și anticancerigene [Traka and Mithen, 2009]. Consumul regulat de legume bogate în glucozinolați, cum ar fi broccoli, varza, conopida și varza de Bruxelles, poate ajuta la menținerea sănătății și la prevenirea apariției bolilor cronice [Higdon et al., 2007].



Studiile au demonstrat că glucozinoilații și produșii lor de hidroliză, cum ar fi sulforafanul, pot induce enzimele de fază II ale detoxifierii, care ajută la neutralizarea potențialilor agenți cancerigeni și la eliminarea lor din organism [Zhang et al., 1992]. De asemenea, acești compuși pot inhiba inflamația prin modularea căilor inflamatorii și reducerea producției de citokine pro-inflamatorii [Herr and Büchler, 2010].

Glucozinoilații și izotiocianații derivați din aceștia au fost intens studiați pentru efectele lor anticancerigene. S-a constatat că aceștia pot inhiba creșterea celulelor tumorale și induc apoptoza în diverse tipuri de celule canceroase [Clarke et al., 2008]. De exemplu, consumul de legume crucifere a fost asociat cu un risc redus de cancer colorectal, pulmonar și de prostată [Verhoeven et al., 1996].

În plus, efectele antioxidante ale glucozinoilaților contribuie la protecția celulelor împotriva stresului oxidativ, un factor major în dezvoltarea bolilor cronice și a îmbătrânirii [Fahey et al., 2001]. Prin urmare, includerea legumelor crucifere în dieta zilnică nu doar că aduce beneficii nutriționale, dar și oferă protecție pe termen lung împotriva unei varietăți de afecțiuni

- *Sulforafan*: contribuie la detoxifierea organismului și are proprietăți anticancerigene. Surse: broccoli, varză de Bruxelles, conopidă.
- *Glucorafanina*: precursor al sulforafanului, cu efecte antioxidante și antiinflamatorii. Surse: broccoli, conopidă, kale.
- *Glucobrassicina*: se transformă în indol-3-carbinol, care susține sănătatea hormonală și are proprietăți anticancerigene. Surse: varză, conopidă, kale.
- *Glucoiberina*: contribuie la protecția împotriva bolilor cardiovasculare și susține funcția ficatului. Surse: broccoli, varză de Bruxelles, varză kale.

4. Fitosteroli

Fitosterolii sunt compuși bioactivi prezenți în plante, care seamănă structural cu colesterolul și sunt cunoscuți pentru beneficiile lor asupra sănătății cardiovasculare. Acești nutrienți pot ajuta la reducerea nivelului de colesterol LDL (colesterol "rău") din sânge, contribuind astfel la prevenirea bolilor cardiovasculare [Katan et al., 2003]. Fitosterolii au, de asemenea, proprietăți antiinflamatorii și antioxidante, susținând sănătatea generală a organismului [Awad and Fink, 2000]. Sursele principale de



fitosteroli includ nucile, semințele, leguminoasele și uleiurile vegetale [Jones and AbuMweis, 2009]. Consumul regulat de alimente bogate în fitosteroli poate avea un impact pozitiv asupra sănătății inimii și a sistemului circulator [Plat and Mensink, 2005].

Studiile au demonstrat că fitosterolii reduc absorbția intestinală a colesterolului, determinând astfel o scădere a nivelului seric de LDL colesterol. Un meta-analiză realizată de Katan et al. (2003) a arătat că un consum zilnic de 2-3 grame de fitosteroli poate reduce nivelul de LDL colesterol cu aproximativ 10%. Această reducere este semnificativă și poate contribui la scăderea riscului de boli cardiovasculare.

Fitosterolii au fost de asemenea asociați cu proprietăți antiinflamatorii. Awad și Fink (2000) au demonstrat că acești compuși pot reduce markerii inflamatori în diverse modele experimentale, ceea ce sugerează un potențial benefic în prevenirea și gestionarea bolilor inflamatorii cronice.

În plus, fitosterolii exercită efecte antioxidante, protejând celulele împotriva stresului oxidativ. Stresul oxidativ este un factor major în patogeneza bolilor cronice, inclusiv bolile cardiovasculare și cancerul [Moghadasian, 2000]. Prin urmare, consumul de alimente bogate în fitosteroli nu doar că ajută la controlul nivelului de colesterol, dar și la protejarea împotriva daunelor oxidative și inflamatorii.

Sursele alimentare de fitosteroli sunt diverse și includ nuci (migdale, fistic), semințe (floarea-soarelui, dovleac), leguminoase (fasole, mazăre) și uleiuri vegetale (ulei de măsline, ulei de rapiță) [Jones and AbuMweis, 2009]. Includerea acestor alimente în dieta zilnică poate fi o strategie eficientă pentru îmbunătățirea sănătății cardiovasculare și reducerea riscului de boli cronice.

- *Beta-sitosterol*: ajută la reducerea nivelului de colesterol și susține sănătatea cardiovasculară. Surse: nuci, semințe, leguminoase.
- *Campesterol*: contribuie la menținerea sănătății cardiovasculare și are efecte anti-inflamatorii. Surse: uleiuri vegetale, avocado, migdale.
- *Stigmasterol*: susține sănătatea articulațiilor și poate avea efecte anti-cancerigene. Surse: soia, fasole, alune.
- *Brassicasterol*: are proprietăți antioxidante și poate ajuta la menținerea sănătății pielii. Surse: semințe de muștar, varză, kale.



5. Polifenoli

Polifenolii sunt un grup divers de compuși naturali găsiți în plante, recunoscuți pentru puternicele lor proprietăți antioxidante și antiinflamatorii. Acești fitonutrienți joacă un rol crucial în protecția celulelor împotriva stresului oxidativ și a inflamațiilor cronice, contribuind astfel la prevenirea bolilor cardiovasculare, a cancerului și a altor afecțiuni degenerative [Scalbert et al., 2005]. Polifenolii se găsesc în numeroase alimente, inclusiv fructe, legume, ceai, cafea și vin roșu. Consumul regulat de alimente bogate în polifenoli poate susține sănătatea inimii, a creierului și a sistemului imunitar, promovând longevitatea și bunăstarea generală [Williamson, 2017].

Studiile au arătat că polifenolii exercită efecte benefice prin diverse mecanisme, inclusiv neutralizarea radicalilor liberi, reducerea inflamației și modularea expresiei genelor implicate în procesele antioxidante și antiinflamatorii [Pandey and Rizvi, 2009]. De exemplu, flavonoidele, un subgrup de polifenoli, au demonstrat capacitatea de a îmbunătăți funcția endotelială și de a reduce tensiunea arterială, contribuind astfel la prevenirea bolilor cardiovasculare [Hollman and Katan, 1999].

Resveratrolul, un polifenol găsit în vinul roșu, a fost asociat cu efecte anticancerigene și protective asupra sistemului cardiovascular. Resveratrolul poate induce apoptoza celulelor canceroase și poate inhiba proliferarea celulară, oferind astfel protecție împotriva dezvoltării tumorilor [Baur and Sinclair, 2006].

În plus, polifenolii din ceaiul verde, cum ar fi epigallocatechina galat (EGCG), au fost studiați pentru efectele lor neuroprotectoare. Aceste substanțe pot reduce riscul de boli neurodegenerative, cum ar fi Alzheimer și Parkinson, prin reducerea stresului oxidativ și a inflamației în creier [Mandel et al., 2011].

Sursele alimentare de polifenoli sunt variate și includ fructe de pădure, citrice, mere, ceapă, spanac, ciocolată neagră și diverse tipuri de ceai [Manach et al., 2004]. Includerea acestor alimente în dieta zilnică poate ajuta la menținerea sănătății și prevenirea bolilor cronice.

- *Resveratrol*: are proprietăți antiinflamatorii și antioxidante, benefic pentru sănătatea inimii. Surse: struguri roșii, vin roșu, afine.

- *Curcumina*: antiinflamator și antioxidant puternic. Surse: turmeric.



- *Quercetină*: contribuie la reducerea inflamației și are efecte antivirale. Surse: mere, ceapă, ceai verde.
- *Epicatechină*: benefic pentru sănătatea cardiovasculară și funcția cerebrală. Surse: ciocolată neagră, ceai verde, mere.
- *Acid elagic*: are proprietăți anticancerigene și susține sănătatea pielii. Surse: rodie, căpșuni, nuci.

6. Terpenoide

Terpenoidele, cunoscute și sub denumirea de izoprenoide, sunt o clasă vastă de compuși organici prezenți în multe plante și anumite animale. Aceste molecule aromatice sunt responsabile pentru mirosurile și aromele caracteristice ale multor plante și au o gamă largă de beneficii pentru sănătate. Terpenoidele au proprietăți antiinflamatorii, antioxidante, antimicrobiene și anticancerigene, contribuind la protecția organismului împotriva diverselor boli și infecții [Thoppil and Bishayee, 2011]. Sursele comune de terpenoide includ citricele, mentă, eucalipt, oregano și lavandă. Consumul și utilizarea terpenoidelor pot susține sănătatea generală și bunăstarea, oferind beneficii atât interne, cât și externe [Gershenzon and Dudareva, 2007].

Terpenoidele sunt implicate în diverse procese biologice și terapeutice. De exemplu, limonenul, un terpenoid major găsit în coaja de citrice, este cunoscut pentru proprietățile sale anticancerigene și capacitatea de a modula enzimele implicate în detoxifierea organismului [Crowell, 1999]. Carvacrolul, prezent în oregano, a demonstrat efecte antimicrobiene puternice împotriva unei game largi de bacterii și fungi [Burt, 2004].

Un alt terpenoid important este mentolul, găsit în mentă, care are proprietăți analgezice și antiinflamatorii și este utilizat frecvent în produsele de îngrijire personală și în medicamentele topice pentru a ameliora durerea și inflamația [Eccles, 1994]. Eucaliptolul, componentul principal din uleiul de eucalipt, este cunoscut pentru efectele sale antioxidante și capacitatea de a îmbunătăți funcția respiratorie [Juergens et al., 2003].

Terpenoidele joacă, de asemenea, un rol crucial în protecția plantelor împotriva patogenilor și erbivorelor, contribuind la apărarea naturală a acestora [Gershenzon



and Dudareva, 2007]. Aceste compuși sunt utilizați pe scară largă în aromaterapie și în industria farmaceutică pentru beneficiile lor terapeutice.

- ❖ *Limonen*: are efecte antiinflamatorii și anticancerigene. Surse: citrice (coaja de lămâie, portocală).
- ❖ *Mentol*: utilizat pentru efectul său calmant și antiinflamator. Surse: mentă, eucalipt.
- ❖ *Carvacrol*: are proprietăți antimicrobiene și antiinflamatorii. Surse: oregano, cimbru.
- ❖ *Linalool*: cunoscut pentru efectele sale sedative și anxiolitice. Surse: lavandă, coriandru.
- ❖ *Beta-cariofilen*: ajută la reducerea inflamației și susține sănătatea sistemului nervos. Surse: piper negru, cuișoare.

7. Alți fitonutrienți

- *Alicina*: are proprietăți antibacteriene și antivirale. Surse: usturoi, ceapă.
- *Capsaicina*: poate ajuta la reducerea durerii și are proprietăți antiinflamatorii. Surse: ardei iute.
- *Apigenina*: contribuie la reducerea inflamației și poate avea efecte anticancerigene. Surse: pătrunjel, mușețel, țelină.
- *Luteina*: benefică pentru sănătatea ochilor și reduce riscul de degenerescență maculară. Surse: spanac, varza kale, gălbenuș de ou.
- *Antocianine*: antioxidanți puternici care susțin sănătatea cardiovasculară și imunitară. Surse: afine, mure, cireșe negre.

12.3. Beneficiile fitonutrienților pentru sănătate

Fitonutrienții joacă un rol crucial în prevenirea și gestionarea diferitelor boli cronice. De exemplu, carotenoidele și polifenolii sunt antioxidanți puternici care protejează celulele împotriva stresului oxidativ și a leziunilor ADN, reducând astfel riscul de cancer și boli cardiovasculare [Liu, 2004]. Flavonoidele din ceaiul verde și vinul roșu au fost asociate cu o îmbunătățire a sănătății inimii prin reducerea inflamației și îmbunătățirea funcției endoteliale [Arts și Hollman, 2005].



De asemenea, glucozinolații din legumele crucifere pot activa enzimele de detoxifiere din ficat, contribuind la eliminarea substanțelor cancerigene din organism [Higdon et al., 2007]. Fitosterolii din nuci și semințe pot reduce nivelul de colesterol LDL, îmbunătățind astfel profilul lipidic și reducând riscul de ateroscleroză [Plat și Mensink, 2005].

O dietă pe bază de plante are numeroase beneficii pentru sănătate, există dovezi științifice care arată că, consumul regulat de legume, fructe, cereale integrale, nuci și semințe poate reduce semnificativ riscul de boli cronice, cum ar fi bolile cardiovasculare.

Leguminoasele și fasolea pot fi considerate atât ca legume, cât și ca alternativă la carne datorită unui profil nutrițional comparabil, bogat în proteine, fier și zinc. *Phaseolus vulgaris* (fasole) este o sursă glicemică scăzută de carbohidrați complecși, vitamine, minerale, proteine, fibre și compuși fitochimici cu o varietate de proprietăți bioactive. Includerea lor în dietă este benefică pentru îmbunătățirea stărilor bolii, cum ar fi bolile cardiovasculare și diabetul de tip 2, diversitatea microbiană intestinală, sănătatea colonului și inflamația cronică de grad scăzut [Mullins, 2021]. Antocianinele, în principal delfinidină, petunidină și malvidină, sunt unele dintre cele mai abundente substanțe fitochimice găsite în fasole și s-a dovedit că îmbunătățesc controlul glicemic și reduc riscul de boli cardiovasculare.

Mai mulți factori cheie influențează biodisponibilitatea fitonutrienților în sistemul de metabolism uman. În timpul digestiei, fitonutrienții suferă scindare enzimatică în tractul gastrointestinal înainte de a fi absorbiți prin peretele intestinal și de a intra în sânge. Cu toate acestea, eficiența digestiei poate varia în funcție de fitonutrientul specific și de enzimele digestive ale unui individ [Siddiqui, 2023].

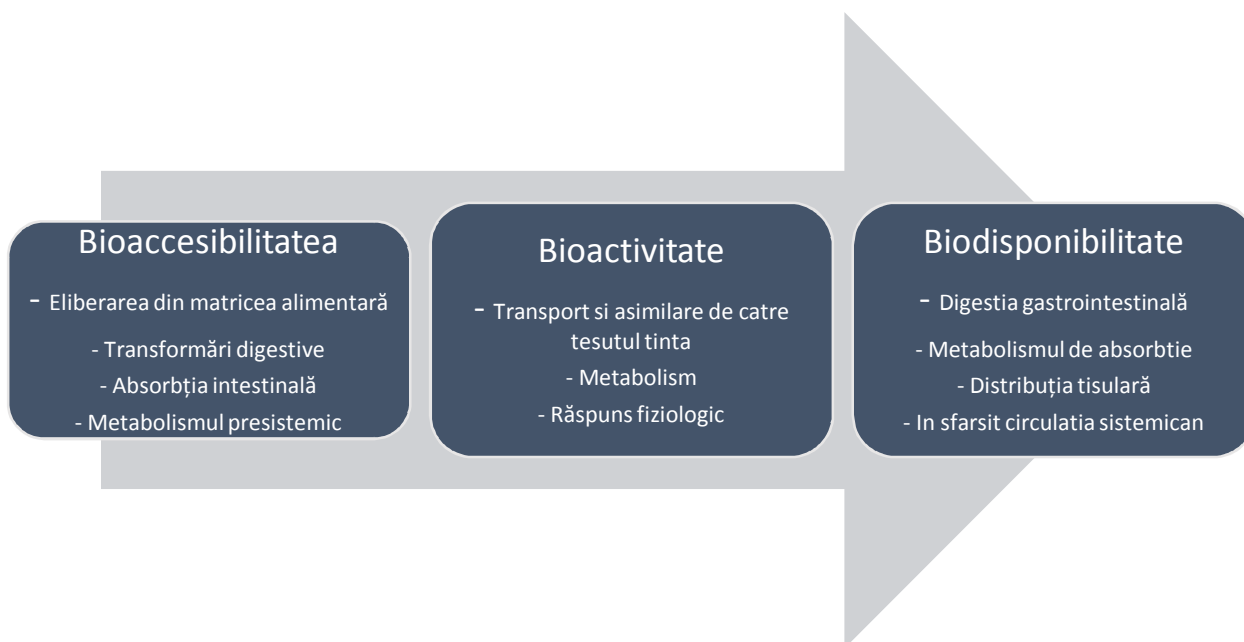


Figura 12.4. Procesele suferite de fitonutrienți în corpul uman.

Termenul „bioactivitate” include toate efectele fiziologice pe care le generează [Takur, 2020].

12.4. Integrarea fitonutrienților în dietă

Pentru a beneficia de efectele protectoare ale fitonutrienților, este esențial să se adopte o dietă variată și echilibrată, bogată în fructe, legume, nuci și semințe. Consumul regulat de alimente bogate în fitonutrienți nu doar că oferă protecție împotriva bolilor cronice, dar și sprijină sănătatea generală prin îmbunătățirea funcției imunitare, reducerea inflamației și protecția împotriva stresului oxidativ [Williamson, 2017].

Suplimentarea cu fitonutrienți poate fi, de asemenea, luată în considerare, dar este de preferat să se obțină acești compuși din alimente întregi, deoarece interacțiunile dintre diferiți fitonutrienți și alți compuși bioactivi din alimente pot amplifica efectele benefice.

Dintre fitonutrienți, polifenolii sunt o clasă de compuși de origine naturală care au atras atenția. O serie de acțiuni biologice benefice sunt asociate cu acesta, cum ar fi proprietățile antioxidante și capacitatea de a regla funcția celulelor [Zhang 2022]. O



serie de alți compuși, cum ar fi flavonoidele, stilbenele și curcuminoidele, joacă un rol important în prevenirea bolilor cardiovasculare, a bolilor neurodegenerative și a cancerelor. În plus, acești micronutrienți sunt adesea cofactori enzimatici și au efecte pleiotrope și sinergice, scăzând riscul de boli cronice [Monjotin 2022].

Acești fitonutrienți contribuie la sănătatea generală prin protejarea organismului împotriva radicalilor liberi, reducerea inflamației și susținerea sistemului imunitar. Consumul unei varietăți de fructe, legume, nuci și semințe asigură un aport adecvat de fitonutrienți, promovând astfel o dietă echilibrată și beneficii multiple pentru sănătate.

Stilbene

Stilbenele sunt o clasă importantă de compuși organici care se regăsesc atât în natură, cât și în aplicații industriale variate. Acestea sunt cunoscute pentru structura lor bazată pe doi nucleii benzenici legați printr-o punte etilenică ($C=C$), ceea ce le conferă proprietăți fizice și chimice unice [Hecht, 2001]. Stilbenele sunt de interes major în chimia organică datorită capacității lor de a suferi diferite reacții fotochimice și de a forma derivați cu aplicații diverse [Brimioulle et al., 2015].

În natură, stilbenele sunt întâlnite în plante, unde joacă roluri esențiale în mecanismele de apărare împotriva patogenilor. Un exemplu notabil este resveratrolul, un stilben natural prezent în struguri și alte fructe, care a atras atenția cercetătorilor pentru potențialele sale beneficii asupra sănătății umane, inclusiv proprietăți antioxidante și antiinflamatorii [Baur and Sinclair, 2006]. Resveratrolul a fost studiat intens pentru efectele sale protectoare împotriva bolilor cardiovasculare și pentru capacitatea sa de a preveni anumite tipuri de cancer [Afaq and Mukhtar, 2003].

Pe lângă prezența lor în natură, stilbenele au aplicabilitate extinsă în industrie. Sunt utilizați ca precursori în sinteza de polimeri, coloranți, și materiale optoelectronice [Ravindranath et al., 2002]. De asemenea, datorită proprietăților lor fluorescente și capacității de a forma cristale lichide, stilbenele sunt folosite în dezvoltarea de materiale pentru afișaje și alte tehnologii avansate [Miller et al., 1992].



Curcuminoidele

Curcuminoidele reprezintă o clasă de compuși polifenolici întâlniți în principal în planta *Curcuma longa*, cunoscută sub numele de turmeric. Acești compuși sunt responsabili pentru culoarea galbenă vibrantă a turmericului și au atras atenția cercetătorilor datorită potențialelor lor beneficii asupra sănătății [Aggarwal et al., 2007].

Curcuminoidele sunt cunoscute pentru proprietățile lor antioxidante, antiinflamatorii și anticancerigene, fiind studiate intens pentru aplicabilitatea lor în medicina modernă [Goel et al., 2008]. Cel mai cunoscut curcuminoid este curcumina, care a demonstrat efecte promițătoare în numeroase studii preclinice și clinice. Pe lângă curcumină, în turmeric se mai găsesc demetoxicurcumina și bisdemetoxicurcumina, care contribuie la activitatea biologică generală a extractului de turmeric [Anand et al., 2007].

Aceste substanțe au fost utilizate tradițional în medicina ayurvedică și chineză pentru tratarea diferitelor afecțiuni, inclusiv inflamații, dureri și tulburări digestive [Gupta et al., 2013]. În prezent, cercetările se concentrează pe elucidarea mecanismelor moleculare prin care curcuminoidele exercită efectele terapeutice și pe dezvoltarea formulărilor care să îmbunătățească biodisponibilitatea acestora [Anand et al., 2007].

Industria alimentară și a suplimentelor nutritive valorifică, de asemenea, curcuminoidele pentru proprietățile lor colorante și conservante naturale, oferind o alternativă sănătoasă la aditivii sintetici [Priyadarsini, 2014]. Astfel, curcuminoidele continuă să fie subiectul unor cercetări intense și inovative, având potențialul de a contribui semnificativ la îmbunătățirea sănătății umane și la dezvoltarea unor produse cu valoare adăugată [Lao et al., 2006].

O dietă pe bază de plante are numeroase beneficii pentru sănătate, dovezile științifice arătând că, consumul regulat de legume, fructe, cereale integrale, nuci și semințe poate reduce semnificativ riscul de boli cronice, cum ar fi bolile cardiovasculare. Studiile arată că dietele bazate pe plante contribuie la reducerea inflamației, îmbunătățirea funcției imune și managementul greutatei corporale. De asemenea, acestea pot ajuta la prevenirea diabetului de tip 2 și la scăderea tensiunii



arteriale, datorită conținutului ridicat de fibre, vitamine, minerale și antioxidanți prezenți în alimentele vegetale.

Pe lângă beneficiile pentru sănătatea individuală, dietele pe bază de plante pot avea un impact pozitiv asupra mediului. Agricultură intensivă pentru producția de carne și produse lactate contribuie semnificativ la emisiile de gaze cu efect de seră, defrișări și consumul excesiv de apă. Reducerea consumului de produse de origine animală și creșterea consumului de alimente pe bază de plante poate ajuta la diminuarea amprentei ecologice globale, contribuind la un mediu mai sustenabil.

În concluzie, plantele medicinale și valorile de referință dietetice sunt strâns legate în contextul promovării nutriției și sănătății. O dietă completă și echilibrată poate beneficia de pe urma consumului de plante medicinale, deoarece acestea conțin nutrienți esențiali, antioxidanți și fibre alimentare. De exemplu, plante precum ghimbirul, usturoiul, turmeric și ceaiul verde sunt recunoscute pentru proprietățile lor terapeutice, inclusiv reducerea inflamației și îmbunătățirea digestiei. Plantele medicinale pot juca un rol important în prevenirea și gestionarea bolilor cronice, oferind o alternativă naturală și complementară la tratamentele convenționale.

Cu toate acestea, utilizarea lor ar trebui să fie ghidată de dovezi științifice, iar indivizii ar trebui să fie conștienți de potențialele interacțiuni și doze pentru a le asigura siguranța și eficacitatea. Este esențial ca persoanele interesate de includerea plantelor medicinale în dieta lor să consulte profesioniști în domeniul sănătății pentru recomandări adecvate și personalizate. În plus, educarea consumatorilor cu privire la sursele sigure și etice de plante medicinale este crucială pentru a preveni contaminarea și utilizarea necorespunzătoare. Astfel, o abordare integrată și informată poate maximiza beneficiile dietei pe bază de plante și utilizarea plantelor medicinale, contribuind la îmbunătățirea generală a sănătății și bunăstării.

Bibliografie

Abbaspour, N., Hurrell, R., & Kelishadi, R. (2014). *Review on iron and its importance for human health. Journal of Research in Medical Sciences*, 19(2), 164-174.

Aggarwal, B. B., Kumar, A., & Bharti, A. C. (2003). *Anticancer potential of curcumin: preclinical and clinical studies. Anticancer Research*, 23(1A), 363-398.



- Alcorta, A., Porta, A., Tárrega, A., Alvarez, M. D., & Vaquero, M. P. (2021). *Foods for Plant-Based Diets: Challenges and Innovations*. *Foods*, 10(2), 293.
- Anand, P., Kunnumakkara, A. B., Newman, R. A., & Aggarwal, B. B. (2007). *Bioavailability of curcumin: problems and promises*. *Molecular Pharmaceutics*, 4(6), 807-818.
- Anderson, J. W., Baird, P., Davis Jr, R. H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., ... & Williams, C. L. (2009). *Health benefits of dietary fiber*. *Nutrition Reviews*, 67(4), 188-205.
- Arts, I. C., & Hollman, P. C. (2005). *Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies*. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 317S-325S.
- Aschner, J. L., & Aschner, M. (2005). *Nutritional aspects of manganese homeostasis*. *Molecular Aspects of Medicine*, 26(4-5), 353-362.
- Awad, A. B., & Fink, C. S. (2000). *Phytosterols as anticancer dietary components: evidence and mechanism of action*. *The Journal of Nutrition*, 130(9), 2127-2130.
- Bach-Faig, A., Berry, E. M., Lairon, D., Reguant, J., Trichopoulou, A., Dernini, S., ... & Serra-Majem, L. (2011). *Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates*. *Public Health Nutrition*, 14(12A), 2274-2284.
- Baur, J. A., & Sinclair, D. A. (2006). *Therapeutic potential of resveratrol: the in vivo evidence*. *Nature Reviews Drug Discovery*, 5(6), 493-506.
- Bondonno, N. P., Bondonno, C. P., Hodgson, J. M., & Croft, K. D. (2019). *Flavonoids and cardiovascular health*. *Current Opinion in Lipidology*, 30(1), 39-44.
- Brimioulle, R., Lenhart, D., Maturi, M. M., & Bach, T. (2015). *Enantioselective catalysis of photochemical reactions*. *Angewandte Chemie International Edition*, 54(14), 3872-3890.
- Brouns, F., Bjorck, I., Frayn, K. N., Gibbs, A. L., Lang, V., Slama, G., & Wolever, T. M. (2003). *Glycaemic index methodology*. *Nutrition Research Reviews*, 16(1), 3-33.
- Burt, S. (2004). *Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review*. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223-253.
- Calder, P. C., Dangour, A. D., Diekman, C., Eilander, A., Koletzko, B., Meijer, G. W., ... & van Loo, J. (2020). *Nutritional roles of n-3 fatty acids in primary and secondary prevention of cardiovascular disease*. *Atherosclerosis*, 300, 1-8.



- Carr, A. C., & Maggini, S. (2017). *Vitamin C and immune function*. *Nutrients*, 9(11), 1211.
- Clarke, J. D., Dashwood, R. H., & Ho, E. (2008). *Multi-targeted prevention of cancer by sulforaphane*. *Cancer Letters*, 269(2), 291-304.
- Clemente-Suárez, V. J., Ramos-Campo, D. J., Mielgo-Ayuso, J., Hormeño-Holgado, A., Tornero-Aguilera, J. F., Redondo-Flórez, L., ... & de la Vega, R. (2021). *Nutrition in the actual COVID-19 pandemic. A narrative review*. *Nutrients*, 13(6), 1924.
- Crowell, P. L. (1999). *Prevention and therapy of cancer by dietary monoterpenes*. *The Journal of Nutrition*, 129(3), 775S-778S.
- Eccles, R. (1994). *Menthol and related cooling compounds*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 46(8), 618-630.
- English, L. K., Ard, J. D., Bailey, R. L., Bates, M., Bazzano, L. A., & Brown, C. (2021). *Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025: Evidence-Based Recommendations to Promote Health and Prevent Chronic Disease*. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 121(6), 1098-1111.
- Fahey, J. W., Zhang, Y., & Talalay, P. (2001). *Broccoli sprouts: an exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(19), 10367-10372.
- Fraser, P. D., & Bramley, P. M. (2004). *The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids*. *Progress in Lipid Research*, 43(3), 228-265.
- Gershenzon, J., & Dudareva, N. (2007). *The function of terpene natural products in the natural world*. *Nature Chemical Biology*, 3(7), 408-414.
- Goel, A., Kunnumakkara, A. B., & Aggarwal, B. B. (2008). *Curcumin as "Curecumin": From kitchen to clinic*. *Biochemical Pharmacology*, 75(4), 787-809.
- Gorissen, S. H., Crombag, J. J., Senden, J. M., Waterval, W. A., Bierau, J., Verdijk, L. B., & Van Loon, L. J. (2018). *Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates*. *Amino Acids*, 50(12), 1685-1695.
- Gropper, S. S., Smith, J. L., & Carr, T. P. (2018). *Advanced nutrition and human metabolism*. Cengage Learning.
- Gupta, S. C., Patchva, S., & Aggarwal, B. B. (2013). *Therapeutic roles of curcumin: lessons learned from clinical trials*. *AAPS Journal*, 15(1), 195-218.



- Harvey, L. J., Ashton, K., Hooper, L., Casgrain, A., & Fairweather-Tait, S. J. (2003). *Methods of assessment of copper status in humans: a systematic review. American Journal of Clinical Nutrition*, 88(1), 200-205.
- He, F. J., & MacGregor, G. A. (2008). *Beneficial effects of potassium on human health. Physiologia Plantarum*, 133(4), 725-735.
- Hecht, S. M. (2001). *Stilbenes as anti-cancer agents. Journal of Natural Products*, 64(12), 1662-1665.
- Herr, I., & Büchler, M. W. (2010). *Dietary constituents of broccoli and other cruciferous vegetables: implications for prevention and therapy of cancer. Cancer Treatment Reviews*, 36(5), 377-383.
- Hertzler, S. R., Lieblein-Boff, J. C., Weiler, M., & Allgeier, C. (2020). *Plant proteins: Assessing their nutritional quality and effects on health and physical function. Nutrients*, 12(12), 3704.
- Hever, J. (2017). *Plant-Based Diets: A Physician's Guide. The Permanente Journal*, 21, 17-017.
- Higdon, J. V., Delage, B., Williams, D. E., & Dashwood, R. H. (2007). *Cruciferous vegetables and human cancer risk: epidemiologic evidence and mechanistic basis. Pharmacological Research*, 55(3), 224-236.
- Hoffman, J. R., & Falvo, M. J. (2004). *Protein—which is best?. Journal of Sports Science & Medicine*, 3(3), 118-130.
- Holick, M. F. (2007). *Vitamin D deficiency. New England Journal of Medicine*, 357(3), 266-281.
- Hollman, P. C., & Katan, M. B. (1999). *Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. Food and Chemical Toxicology*, 37(9-10), 937-942.
- Innes, J. K., & Calder, P. C. (2020). *Omega-6 fatty acids and inflammation. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 132, 101-104.
- Johnson, E. J. (2002). *The role of carotenoids in human health. Nutrition in Clinical Care*, 5(2), 56-65.
- Jones, P. J., & AbuMweis, S. S. (2009). *Phytosterols as functional food ingredients: linkages to cardiovascular disease and cancer. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 12(2), 147-151.



- Juergens, U. R., Stöber, M., Vetter, H., & Wagner, F. (2003). *Inhibition of cytokine production and arachidonic acid metabolism by eucalyptol (1,8-cineole) in human blood monocytes in vitro. European Journal of Medical Research*, 8(9), 447-453.
- Katan, M. B., Grundy, S. M., Jones, P., Law, M., Miettinen, T., & Paoletti, R. (2003). *Efficacy and safety of plant stanols and sterols in the management of blood cholesterol levels. Mayo Clinic Proceedings*, 78(8), 965-978.
- Kennedy, D. O. (2016). *B vitamins and the brain: mechanisms, dose and efficacy—a review. Nutrients*, 8(2), 68.
- Krinsky, N. I., & Johnson, E. J. (2005). *Carotenoid actions and their relation to health and disease. Molecular Aspects of Medicine*, 26(6), 459-516.
- Lao, C. D., Ruffin, M. T., Normolle, D., Heath, D. D., Murray, S., Bailey, J. M., ... & Brenner, D. E. (2006). *Dose escalation of a curcuminoid formulation. BMC Complementary and Alternative Medicine*, 6(1), 1-4.
- Liu, A. G., Ford, N. A., Hu, F. B., Zelman, K. M., Mozaffarian, D., & Kris-Etherton, P. M. (2022). *A healthy approach to dietary fats: understanding the science and taking action to reduce consumer confusion. Nutrition Journal*, 21, 22.
- Liu, R. H. (2004). *Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. The Journal of Nutrition*, 134(12), 3479S-3485S.
- Lonnie, M., Hooker, E., Brunstrom, J. M., Corfe, B. M., Green, M. A., Watson, A. W., ... & Johnstone, A. M. (2018). *Protein for life: Review of optimal protein intake, sustainable dietary sources and the effect on appetite in ageing adults. Nutrients*, 10(3), 360.
- Mahan, L. K., & Raymond, J. L. (2016). *Krause's food & the nutrition care process. Elsevier Health Sciences*.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). *Polyphenols: food sources and bioavailability. The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). *Polyphenols: food sources and bioavailability. The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.



- Mandel, S. A., Amit, T., Weinreb, O., & Youdim, M. B. (2011). *Cell signaling pathways in the neuroprotective actions of the green tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate: implications for neurodegenerative diseases*. *Journal of Neurochemistry*, 88(6), 1555-1569.
- Mann, J., & Truswell, A. S. (Eds.). (2012). *Essentials of Human Nutrition*. Oxford University Press.
- Marriott, B. P., Cole, N., & Lee, E. (2010). *National estimates of dietary fructose intake increased from 1977 to 2004 in the United States*. *The Journal of Nutrition*, 140(2), 366-371.
- McGuire, S. (2016). *USDA Report: A Half-Century of Change in America's Eating Patterns*. *Advances in Nutrition*, 7(4), 679-680.
- Miller, J. R., Spangler, C. W., & Mason, M. G. (1992). *Fluorescence of stilbene and its derivatives: Effects of methyl and methoxy substitution*. *Journal of Physical Chemistry*, 96(4), 1234-1240.
- Moghadasian, M. H. (2000). *Phytosterols and modulation of atherosclerosis: current perspectives and future directions*. *Life Sciences*, 67(6), 605-615.
- Mullins, A. P., & Arjmandi, B. H. (2021). *Health benefits of plant-based nutrition: focus on beans in cardiometabolic diseases*. *Nutrients*, 13(2), 519.
- Nur Mahendra, M. S., Nagahara, R., & Hara, Y. (2023). *The impact of omega-6/omega-3 fatty acid ratio on inflammation and chronic diseases*. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2023, 1-9.
- Pan, M. H., Lai, C. S., & Ho, C. T. (2013). *Anti-inflammatory activity of natural dietary flavonoids*. *Food & Function*, 4(6), 819-825.
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). *Flavonoids: an overview*. *Journal of Nutritional Science*, 5, e47.
- Pandey, K. B., & Rizvi, S. I. (2009). *Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease*. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270-278.
- Phillips, S. M., & Van Loon, L. J. (2011). *Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation*. *Journal of Sports Sciences*, 29(sup1), S29-S38.



- Plat, J., & Mensink, R. P. (2005). *Plant stanol and sterol esters in the control of blood cholesterol levels: mechanism and safety aspects. The American Journal of Cardiology*, 96(1), 15-22.
- Poli, A., Visioli, F., Sirtori, C. R., & Corsini, A. (2023). *Dietary fats and cardiovascular risk: A review of the evidence. Pharmacological Research*, 186, 106551.
- Prasad, A. S. (2013). *Discovery of human zinc deficiency: its impact on human health and disease. Advances in Nutrition*, 4(2), 176-190.
- Priyadarsini K. I. (2014). *The chemistry of curcumin: from extraction to therapeutic agent. Molecules (Basel, Switzerland)*, 19(12), 20091–20112.
- Rao, A. V., & Rao, L. G. (2007). *Carotenoids and human health. Pharmacological Research*, 55(3), 207-216.
- Ravindranath, K., Ganesh, K., & Adinarayana, R. (2002). *Stilbene based dendritic macromolecules. Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 40(7), 1028-1036.
- Rayman, M. P. (2000). *The importance of selenium to human health. Lancet*, 356(9225), 233-241.
- Rosanoff, A., Weaver, C. M., & Rude, R. K. (2012). *Suboptimal magnesium status in the United States: are the health consequences underestimated?. Nutrition Reviews*, 70(3), 153-164.
- Satija, A., Bhupathiraju, S. N., Rimm, E. B., Spiegelman, D., Chiuve, S. E., Borgi, L., ... & Hu, F. B. (2016). *Plant-based dietary patterns and incidence of type 2 diabetes in US men and women: results from three prospective cohort studies. PLoS Medicine*, 13(6), e1002039.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2005). *Dietary polyphenols and the prevention of diseases. Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(4), 287-306.
- Shearer, M. J. (2009). *Vitamin K deficiency bleeding (VKDB) in early infancy. Blood Reviews*, 23(2), 49-35.
- Siddiqui, S. A., Azmy Harahap, I., Suthar, P., Wu, Y. S., Ghosh, N., & Castro-Muñoz, R. (2023). *A comprehensive review of phytonutrients as a dietary therapy for obesity. Foods*, 12(19), 3610.



- Simopoulos, A. P. (2002). *The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56(8), 365-379.
- Simopoulos, A. P. (2016). *An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. Nutrition*, 32(5), 495-502.
- Slavin, J. L. (2013). *Carbohydrates, dietary fiber, and resistant starch in white vegetables: links to health outcomes. Advances in Nutrition*, 4(3), 351S-355S.
- Soliman, G. A. (2019). *Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. Nutrients*, 11(5), 1155.
- Sommer, A. (2008). *Vitamin A deficiency and clinical disease: an historical overview. Journal of Nutrition*, 138(10), 1835-1839.
- Tapsell, L. C., Hemphill, I., Cobiac, L., Patch, C. S., Sullivan, D. R., Fenech, M., ... & Inge, K. E. (2006). *Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. The Medical Journal of Australia*, 185(S4), S4-S24.
- Thakur, N., Raigond, P., Singh, Y., Mishra, T., Singh, B., Lal, M. K., & Dutt, S. (2020). *Recent updates on bioaccessibility of phytonutrients. Trends in Food Science & Technology*, 97, 366-380.
- Thoppil, R. J., & Bishayee, A. (2011). *Terpenoids as potential chemopreventive and therapeutic agents in liver cancer. World Journal of Hepatology*, 3(9), 228-249.
- Traber, M. G., & Stevens, J. F. (2011). *Vitamins C and E: beneficial effects from a mechanistic perspective. Free Radical Biology and Medicine*, 51(5), 1000-1013.
- Traka, M., & Mithen, R. (2009). *Biology and nutritional impact of glucosinolates and isothiocyanates in human health. Advances in Botanical Research*, 50, 1-36.
- USDA. (2020). *Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025. U.S. Department of Agriculture*.
- van Poppel, G., Spanhaak, S., & Ockhuizen, T. (1993). *Effect of beta-carotene on immune function in healthy male smokers. The American Journal of Clinical Nutrition*, 57(3), 407-412.
- Verhoeven, D. T., Verhagen, H., Goldbohm, R. A., van den Brandt, P. A., & van Poppel, G. (1996). *A review of mechanisms underlying anticarcinogenicity by brassica vegetables. Chemico-Biological Interactions*, 103(2), 79-129.



Co-funded by
the European Union



- Weaver, C. M. (2014). *Calcium in health and disease. Proceedings of the Nutrition Society*, 73(2), 274-277.
- Williamson, G. (2017). *The role of polyphenols in modern nutrition. Nutrition Bulletin*, 42(3), 226-235.
- Young, V. R., & Pellett, P. L. (1994). *Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. The American Journal of Clinical Nutrition*, 59(5), 1203S-1212S.
- Zhang, Z., Li, X., Sang, S., McClements, D. J., Chen, L., Long, J., Jiao, A., Jin, Z., & Qiu, C. (2022). *Polyphenols as Plant-Based Nutraceuticals: Health Effects, Encapsulation, Nano-Delivery, and Application. Foods (Basel, Switzerland)*, 11(15), 2189.
- Zhang, Y., Talalay, P., Cho, C. G., & Posner, G. H. (1992). *A major inducer of anticarcinogenic protective enzymes from broccoli: isolation and elucidation of structure. Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89(6), 2399-2403.
- Zimmermann, M. B., & Boelaert, K. (2015). *Iodine deficiency and thyroid disorders. The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 3(4), 286-295.



Capitolul 13. Probleme curente în siguranța alimentelor noi și a surselor de nutrienți - interacțiuni între suplimente/alimente și medicamente (Conforti F, Statti G)

Recent, s-a acordat o atenție considerabilă siguranței alimentelor și nutrienților noi, în special în contextul interacțiunilor dintre suplimente/alimente și medicamente. Alimentele noi sunt alimente sau ingrediente care sunt „noi” în comparație cu cele înțelese în mod tradițional. Sunt definite ca alimente care nu au fost consumate într-o măsură semnificativă în Uniunea Europeană înainte de 15 mai 1997, când a intrat în vigoare primul regulament privind alimentele noi. Acestea pot fi alimente noi, alimente produse cu tehnologii și procese de producție noi sau alimente care sunt consumate în mod tradițional în afara UE [Grimsby, 2020]. Alimentele sau ingredientele alimentare reglementate de prezentul regulament nu trebuie: (i) să prezinte un risc pentru consumator; (ii) să inducă în eroare consumatorul; (iii) să difere de celelalte alimente sau ingrediente alimentare pentru a căror înlocuire sunt destinate, în așa măsură încât consumul lor normal ar fi dezavantajos nutrițional pentru consumator [Fortin, 2022].

Conceptul de „aliment nou” nu este unul recent. Noi tipuri de alimente, ingrediente sau metode de producere a alimentelor au venit întotdeauna în Europa din întreaga lume: porumbul, cartofii și roșiile din America au fost importate în Europa din secolul al XV-lea, la fel ca orezul și pastele care au fost importate din Asia, sau cafeaua din Africa de Est, până la cele mai recente semințe de chia și quinoa. Până în urmă cu câteva decenii, noile alimente introduse pe piață erau reprezentate în principal de extracte concentrate de ingrediente active naturale de diferite origini (fitosteroli, licopen, uleiuri bogate în omega-3), în ultimii ani accentul se mută treptat către utilizarea de surse specifice pentru a obține alimente sănătoase din punct de vedere nutrițional, formulate chiar și fără a recurge la materii prime și ingrediente utilizate în mod tradițional [Siegrist and Hartmann, 2020]. De fapt, cercetările actuale se concentrează pe diferite categorii de surse alimentare și procese de producție.

Alimentele noi pot fi surse alternative de proteine, carbohidrați sau suplimente alimentare. Culturile de leguminoase subutilizate, ciupercile comestibile, plantele



terestre și acvatice și microalgele și insectele sunt surse importante de proteine cu un impact mai mic asupra mediului [Quintieri et al., 2023]. Creșterea insectelor, de exemplu, are emisii mai mici de gaze cu efect de seră și, prin urmare, poate fi o alternativă viabilă la sursele de proteine animale [Van Huis and Oonincx, 2017].

Biomasa de drojdie *Yarrowia lipolytica* este o sursă bogată de proteine, aminoacizi exogeni, oligominerale esențiale și compuși lipidici, în principal acizi grași nesaturați, precum și o sursă de vitamine B [Jach and Malm, 2022]. Din cele 26 de extracte aprobate ca alimente noi de Uniunea Europeană, 23 au fost aprobate pentru utilizare în suplimente alimentare (FS). Acestea includ: extracte de origine fungică, extracte animale, extracte de alge și extracte de plante [Ververis et al., 2020]. Utilizarea substanțelor derivate din plante este o practică obișnuită în producția de suplimente alimentare și, în special, cele derivate din produse botanice și extracte de plante au înregistrat o creștere substanțială. Această expansiune rapidă a determinat cercetări științifice ample, menite să examineze potențialele avantaje și dezavantaje legate de consumul acestora.

Autoritatea Europeană pentru Siguranța Alimentară (EFSA) are rolul de a identifica și caracteriza orice pericole legate de consumul de alimente noi și de a evalua riscul asociat consumului acestora în condițiile de utilizare propuse. EFSA a devenit operațională în 2003, iar în 2018, odată cu punerea în aplicare a Regulamentului (UE) 2015/2283 (de abrogare și înlocuire a Regulamentului nr. 258/97), a devenit singura entitate a UE responsabilă de efectuarea unor astfel de evaluări ale riscurilor. Toate alimentele noi primite de EFSA au fost grupate în funcție de sursă, pentru a atrage în continuare atenția asupra profilului extrem de eterogen al acestor produse reglementate.

Alimentele noi au fost grupate în substanțe unice, amestecuri simple, amestecuri complexe și alimente integrale, conform definițiilor respective furnizate de documentul de orientare al EFSA privind alimentele noi [EFSA NDA Panel, 2016a]. În studiul lui Ververis și al colegilor [Ververis et al., 2020], s-a realizat o analiză aprofundată a experienței dobândite de EFSA în evaluarea riscurilor alimentelor noi și a raționamentului din spatele celor mai frecvente solicitări științifice ale EFSA către solicitanți. Studiul a analizat toate cererile de produse alimentare noi primite de EFSA



din ianuarie 2003 până la sfârșitul anului 2019. Rezultatele au arătat că numărul de cereri de alimente noi primite de EFSA între 2003 și 2017 a fost scăzut (o medie de 5 cereri pe an), în timp ce în 2018, odată cu implementarea noului regulament, acesta a atins vârful la 40 în 2018 și la 39 în 2019.

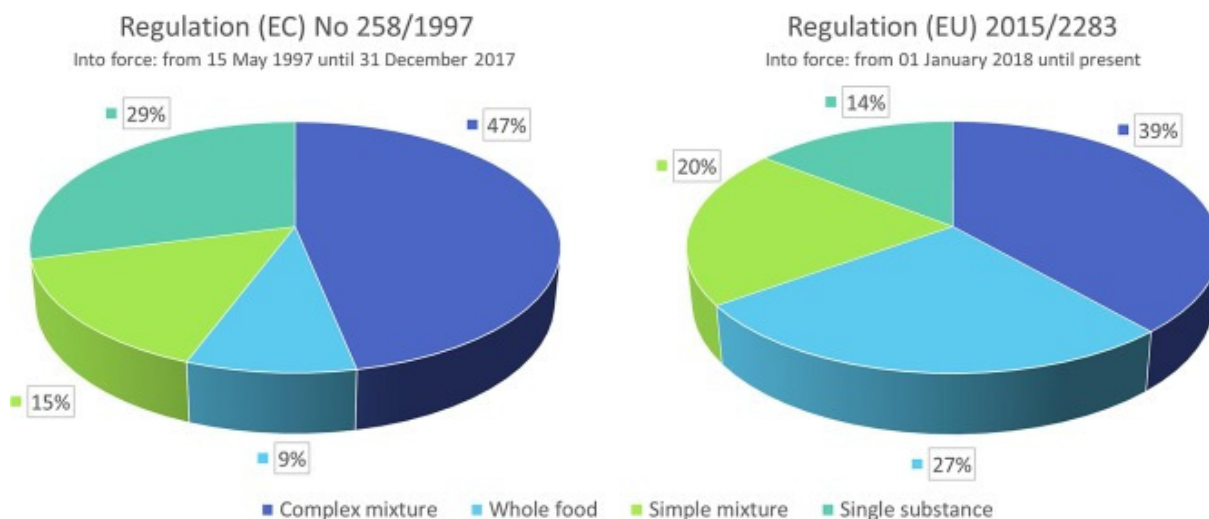


Figura 13.1. Tipul de alimente noi care au intrat în evaluarea riscurilor de către EFSA (% din cererile de alimente noi) [Ververis et al., 2020].

Amestecurile complexe reprezintă o proporție considerabilă din alimentele noi evaluate de EFSA. Proporția de alimente întregi noi a crescut de la punerea în aplicare a noului regulament, în timp ce proporția de substanțe noi unice a scăzut.

Motivul dezvoltării alimentelor noi sunt diferite din perspectiva consumatorilor și a industriei. Două tendințe interdependente au dominat cercetările științifice despre alimente noi în țările occidentale: i) impactul producției de alimente asupra mediului, schimbărilor climatice și bunăstării animalelor i-a încurajat pe oameni să evite consumul de carne, iar alternativele și înlocuitorii de carne sunt făcute din plante, alternative pe bază de insecte și carne artificială; ii) conștientizarea legăturii dintre alimente și sănătate a creat o piață pentru produse cu proprietăți de îmbunătățire a sănătății.

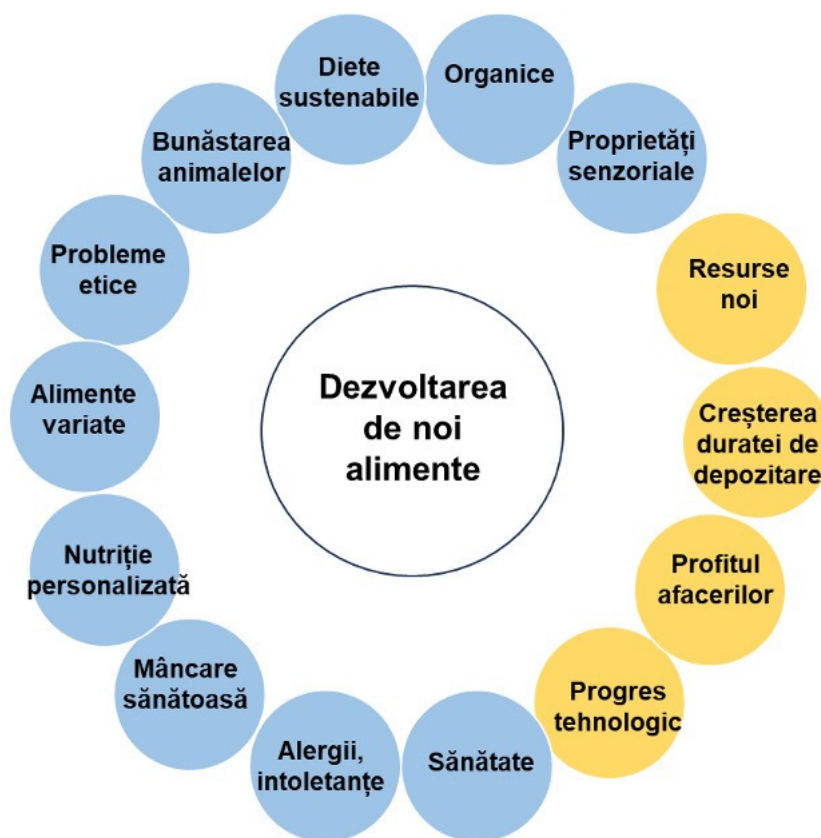


Figura 13.2. Motive pentru dezvoltarea alimentelor noi din perspectiva consumatorilor (în albastru) și a industriei (în galben) [Tourila and Hartmann, 2020].

Interacțiunile medicamentoase reprezintă o preocupare majoră atât pentru companiile farmaceutice, cât și pentru agențiile de reglementare. Agenția Europeană pentru Medicamente a elaborat și a actualizat ulterior linii directoare speciale în 2013, cunoscute sub numele de „Orientarea privind investigarea interacțiunilor medicamentoase”, care conturează o abordare cuprinzătoare pentru evaluarea potențialului de interacțiune a unui medicament. Sunt efectuate studii de interacțiune medicament-medicament, medicament-aliment și medicament-supliment clasic pentru fiecare medicament aflat în curs de dezvoltare. Administrația pentru Alimente și Medicamente (FDA) nu cere producătorilor de suplimente alimentare să le demonstreze siguranța și eficacitatea, deși astfel de suplimente trebuie să depună în continuare un dosar de siguranță. Producătorii și distribuitorii de suplimente sunt obligați să raporteze FDA orice reacții adverse grave prin sistemul „MedWatch”, un program dedicat raportării siguranței produselor medicale. Studiile clinice asupra



suplimentelor, având în vedere dezvoltarea lor în creștere, au crescut semnificativ în ultimii ani. Pentru informații despre studiile în curs de desfășurare, NIH National Center for Complementary and Integrative Health (NCCIH) poate fi consultat [Iwatsubo, 2020].

Medicamentele, alimentele și suplimentele pot interfera între ele atât în cinetică, cât și în dinamică. În interacțiunile farmacodinamice, o substanță (medicament, alimente sau suplimente) modifică sensibilitatea țesuturilor la alte substanțe, exercitând același efect (agonist) sau blocând efectul (antagonist). Aceste efecte apar în mod obișnuit la nivel de receptor, dar pot apărea și la nivel intracelular. În interacțiunile farmacocinetice, administrarea de substanțe poate modifica absorbția, distribuția, metabolismul sau excreția unei alte substanțe. Astfel, cantitatea și persistența medicamentului în care este exprimat receptorul sunt modificate.

În timpul fazei de absorbție, administrarea concomitentă de medicamente sau produse din plante poate reduce sau crește absorbția uneia sau ambelor substanțe administrate, acționând, de exemplu, asupra pH-ului gastric sau prin interacțiunea cu glicoproteina P intestinală. În timpul fazei de distribuție acestea pot interfera legându-se de proteinele plasmatică, în timp ce se află în faza de metabolism, acestea pot acționa ca inductori enzimatici reducând eficacitatea unei substanțe. În sfârșit, în faza de eliminare pot crește sau inhiba excreția renală, ducând la reducerea eficacității sau la apariția efectelor toxice [Sprouse and Van Breemen, 2019].

O condiție prealabilă cheie pentru o terapie de succes este eficacitatea și siguranța medicamentelor utilizate. Acești parametri sunt testați în studii clinice mari înainte ca noi medicamente să fie aprobate. Dar, trebuie luat în considerare faptul că mai mulți factori pot modifica caracteristicile medicamentelor atunci când sunt utilizate în populația generală, cum ar fi mutații în ținta medicamentului, ducând la modificări ale expresiei proteinelor sau ale mecanismelor de rezistență.

Wiesner și colegii au studiat interacțiunile levotiroxinei cu alimente și suplimente alimentare [Wiesner et al., 2021]. Levotiroxina (l-tiroxina, l-T4) este un medicament de elecție pentru tratarea hipotiroidismului congenital și primar. Rezultatele au demonstrat că ingestia de l-T4 diminuează și la culcare sunt la fel de eficiente și, de asemenea, că administrarea concomitentă de l-T4 cu alimente depinde de formularea



medicamentului. Cafeaua, produsele din soia, fibrele, suplimentele de calciu sau fier și nutriția enterală au dus la scăderea absorbției de I-T4.

În studiul lui Duda-Chodak și Tarko au fost evidențiate posibilele efecte secundare ale polifenolilor și interacțiunea acestora cu medicamente și suplimente alimentare [Duda-Chodak și Tarko, 2023]. Polifenolii sunt un grup mare de compuși care cuprind acizi fenolici, flavonoide, lignani, stilbene etc. Activitatea lor depinde atât de bioaccesibilitatea lor (cantitatea de nutrient ingerat care este disponibil pentru absorbție în intestin după digestie), cât și de biodisponibilitatea lor (fracțiunea unui nutrient ingerat care ajunge în circulația sistemică și în locurile specifice în care își poate exercita acțiunea biologică).

Principalii factori care afectează biodisponibilitatea/bioaccesibilitatea polifenolilor sunt matricea alimentară, procesarea alimentelor și enzimele digestive. Mai mult, unii compuși polifenolici își pot exercita activitatea biologică numai după biotransformarea de către microbiota intestinală. Polifenolii, datorită proprietăților lor antioxidante și capacității de a capta radicalii liberi și speciile reactive de oxigen, exercită un efect benefic asupra sănătății umane și se crede că aceștia încetinesc procesul de îmbătrânire, precum și că sunt utili în prevenirea dezvoltării multor boli. Din acest motiv, dietele care sunt bogate în compuși polifenolici, precum și suplimentele alimentare care le conțin, au devenit populare. Totuși, nu trebuie uitat că, consumul de compuși polifenolici, mai ales în cantități mari sub formă purificată (suplimente în loc de fructe și legume), poate provoca efecte secundare sau chiar are un impact negativ asupra sănătății.

Polifenolii sunt capabili să formeze complecși cu ionii metalelor de tranziție (de exemplu, Fe) din intestin, astfel încât să nu poată fi absorbiți, ceea ce duce la dezvoltarea anemiei. Printre inhibitorii puternici ai absorbției fierului se numără diverse ceaiuri care sunt bogate în catechine. Flavonoidele sunt capabile să formeze complexe cu proteinele și acest lucru duce la inhibarea unor enzime specifice, cum ar fi enzimele digestive. În unele boli pot fi benefice, de ex. în tratamentul diabetului, dar la indivizi sănătoși, orice tulburări în activitatea enzimelor digestive sunt nefavorabile, deoarece provoacă simptome neplăcute în sistemul digestiv, precum și asimilarea defectuoasă a unor substanțe nutritive.



Hesperetina, luteolina, quercetina, catechina și rutina sunt flavonoide care produc o inhibare a α -amilazei. Polifenolii din ceai, extractele de pere africane crude, extractele din plante care conțin acid rozmarinic și extractele din *Rubus corchorifolius* inhibă α -glucozidaza și α -amilaza. Epigallocatechin-3-galatul (EGCG) inhibă lactaza. Polifenolii pot modifica absorbția, distribuția și metabolismul medicamentelor. Atunci când metabolismul unui medicament este limitat, concentrația acestuia în sânge sau țesuturi crește, provocând diverse efecte uneori foarte periculoase. În plus, polifenolii pot afecta, de asemenea, transportul medicamentului prin interacțiunea lor cu transportatorii de medicamente, de exemplu, glicoproteina P. Aceasta înseamnă că există un risc considerabil pentru un impact negativ al interacțiunilor medicament-polifenol, în special pentru medicamentele cu un indice terapeutic îngust, cum ar fi warfarina, ciclosporina A și digoxina.

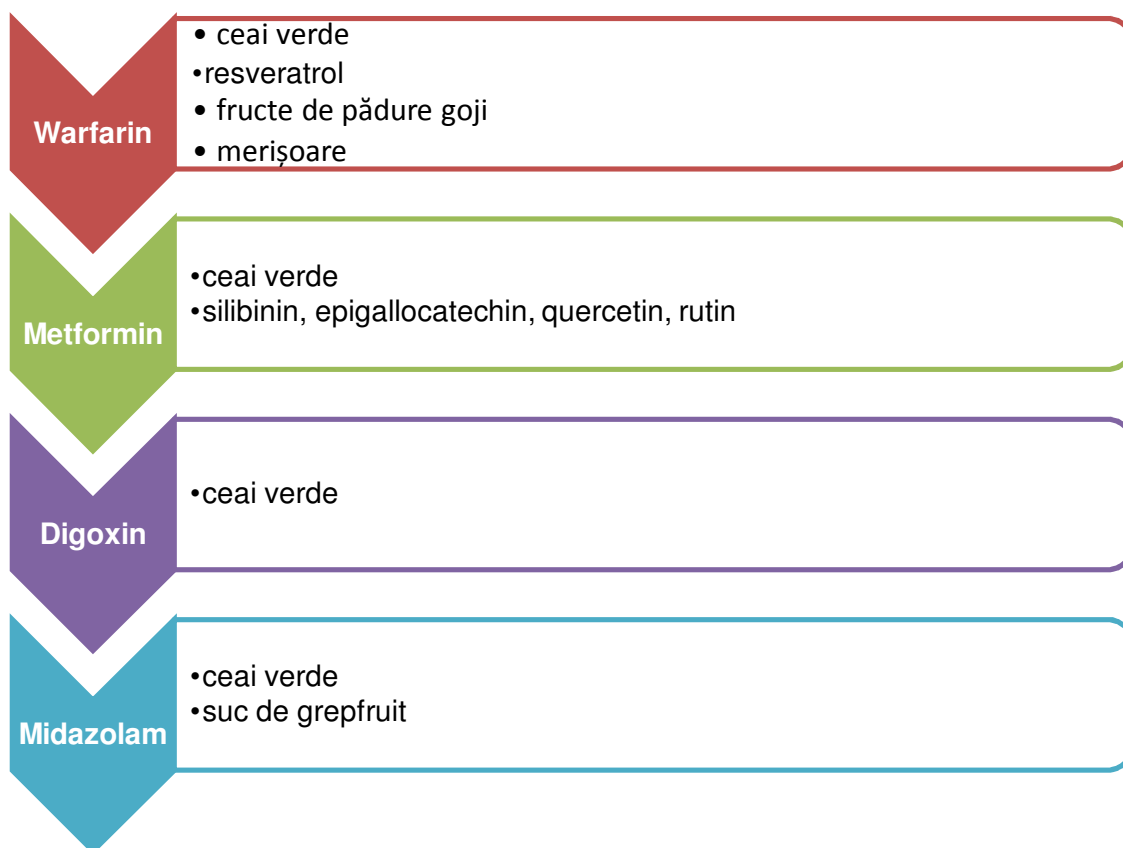


Figura 13.3. Interacțiunea polifenol-medicament.



În concluzie, este clar că siguranța alimentelor noi și a surselor de nutrienți este o problemă complexă, în special în ceea ce privește interacțiunile cu medicamentele. Este esențial să obținem o mai bună înțelegere a acestor interacțiuni pentru a optimiza rezultatele asistenței medicale. Este responsabilitatea furnizorilor de servicii medicale, a organismelor guvernamentale și a pacienților să abordeze aceste provocări, asigurându-se că obiceiurile alimentare și utilizarea suplimentelor sunt aliniate cu regimurile de medicamente pentru a maximiza siguranța și eficacitatea. Abordările individualizate ale asistenței medicale pot oferi la indivizi soluții personalizate, ținând cont de răspunsurile lor unice.

Bibliografie

- Duda-Chodak, A., & Tarko, T. (2023). *Possible side effects of polyphenols and their interactions with medicines*. *Molecules*, 28(6), 2536.
- Fortin, N.D. (2022). *Food regulation: law, science, policy, and practice*. John Wiley & Sons.
- Grimsby, S. (2020). New novel food regulation and collaboration for innovation. *British Food Journal*, 123(1), 245-59.
- Iwatsubo, T. (2020). *Evaluation of drug–drug interactions in drug metabolism: Differences and harmonization in guidance/guidelines*. *Drug metabolism and pharmacokinetics*, 35(1), 71-5.
- Jach, M. E., & Malm, A. (2022). *Yarrowia lipolytica as an Alternative and Valuable Source of Nutritional and Bioactive Compounds for Humans*. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(7), 2300.
- Quintieri, L., Nitride, C., De Angelis, E., Lamonaca, A., Pilolli, R., Russo, F., & Monaci, L. (2023). *Alternative Protein Sources and Novel Foods: Benefits, Food Applications and Safety Issues*. *Nutrients*, 15(6), 1509.
- Siegrist, M., Hartmann, C. (2020). *Consumer acceptance of novel food technologies*. *Nature Food*, 1(6), 343-50.
- Sprouse, A.A., Van Breemen, R.B. (2016). *Pharmacokinetic interactions between drugs and botanical dietary supplements*. *Drug Metabolism and Disposition*, 44(2), 162-71.



Co-funded by
the European Union



Tuorila, H., & Hartmann, C. (2020). *Consumer responses to novel and unfamiliar foods. Current Opinion in Food Science, 33*, 1-8.

Van Huis, A., Oonincx, D.G. (2017). *The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. Agronomy for Sustainable Development., 37*, 1-4.

Ververis, E., Ackerl, R., Azzollini, D., Colombo, P. A., de Sesmaisons, A., Dumas, C., Fernandez-Dumont, A., Ferreira da Costa, L., Germini, A., Goumperis, T., Kouloura, E., Matijevic, L., Precup, G., Roldan-Torres, R., Rossi, A., Svejstil, R., Turla, E., & Gelbmann, W. (2020). *Novel foods in the European Union: Scientific requirements and challenges of the risk assessment process by the European Food Safety Authority. Food research international (Ottawa, Ont.), 137*, 109515.

Wiesner, A., Gajewska, D., & Paško, P. (2021). *Levothyroxine interactions with food and dietary supplements—a systematic review. Pharmaceuticals, 14(3)*, 206.



Capitolul 14. Prepararea produselor din plante (extracte, uleiuri esențiale), caracterizarea fitochimică și influența geolocalizării asupra compoziției fitocomplecșilor (Conforti F, Statti G)

Industria care are ca materie de bază plantele sunt dependente de prepararea produselor din plante, inclusiv de extracte și uleiuri esențiale, precum și de caracterizarea fitochimică a acestor produse. Ca urmare a originii geografice a plantelor, fitocomplecșii (amestecul complex de fitochimicale din plante) sunt influențați semnificativ de geolocalizarea lor. Multe elemente de mediu pot afecta calitatea, creșterea și distribuția plantelor medicinale. Pentru unele plante, de exemplu lemnul dulce, cultivarea este adesea neproductivă. Se știe că profilul chimic al plantelor reflectă rezistența plantelor din cadrul aceleiași specii ca urmare a condițiilor climatice diferite, datei de colectare, alelopatie și multe alte condiții de mediu. De exemplu, *H. officinalis* subsp. *aristatus* recoltat în diferite zone caracterizate de condiții de mediu și climatice diferite și în diferiți ani, au relevat diferențe importante în compoziția uleiurilor esențiale [Guerrini et al., 2021].

Conceptul de preparare a plantelor medicinale presupune recoltarea corectă și la timp a plantei, autentificarea de către un expert, uscarea adecvată și măcinarea. Aceasta este urmată de extracția, fracționarea și izolarea compusului bioactiv, acolo unde este cazul. Preparatele care se pot obține din plante sunt numeroase.

Extractele sunt preparate care pot avea consistență lichidă, semisolidă sau solidă, obținute prin diverse tehnici de extracție (macerare, infuzie, decoct, percolare, digestie și extracție Soxhlet, extracție cu fluid supercritic, extracție asistată de ultrasunete și extracție asistată de microunde) (Figura 14.1).

Extractele sunt preparate obținute prin evaporarea completă sau parțială a soluțiilor obținute prin epuizarea materialului vegetal uscat, folosind solvenți adecvați [Azwanida, 2015].

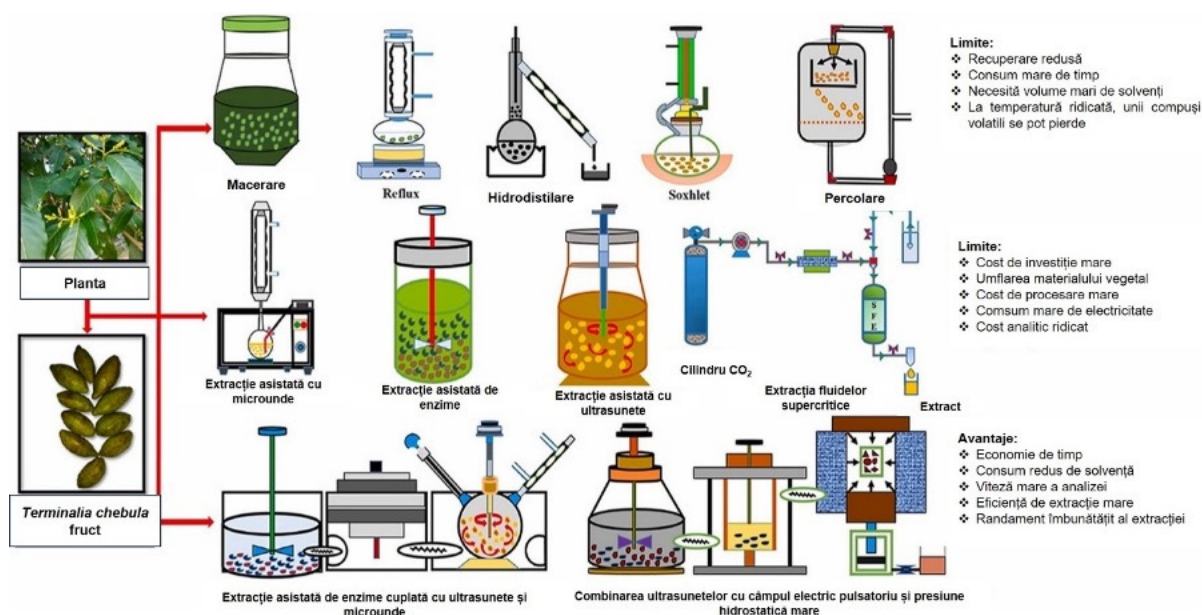


Figura 14.1. Tehnici de extracție a compușilor bioactivi [Jha, 2022].

Alegerea unei metode de extracție adecvate depinde de natura materialului vegetal, solventul utilizat, pH-ul solventului, temperatură și raportul dintre solvent și probă. Depinde și de destinația produselor finale. Solventul folosit pentru extracția plantelor medicinale este cunoscut și sub denumirea de *menstruum*. Alegerea solventului depinde de tipul de plantă, de fragmentul de plantă din care se face extracția și de natura compușilor bioactivi.

Prin procedee de macerare sau percolare se pot obține extracte care pot fi clasificate astfel: (i) extracte fluide - aceste extracte conțin aceeași cantitate de ingredient activ ca cea care se găsește în materialul vegetal inițial; (ii) extracte moi - în timpul procesului de concentrare, se obține o consistență asemănătoare mierii și sunt de 2 până la 6 ori mai concentrate decât extractele fluide; (iii) extracte uscate - acestea sunt pulberi solide obținute prin evaporarea completă a solventului utilizat pentru extracție [Abubakar 2020].

Un alt preparat obținut prin macerare sau percolare sunt tincturile. Acestea sunt soluții lichide obținute prin prelucrarea medicamentelor din plante cu un solvent adecvat. În mod obișnuit, se folosește o soluție hidroalcoolică (un amestec de apă și alcool), al cărui conținut de alcool este ales în funcție de solubilitatea ingredientelor active care urmează să fie extrase.



Principala diferență între extracte și tincturi constă în faptul că, în cazul extractelor, se realizează un proces de evaporare pentru a crește concentrația ingredientelor active din preparat. În schimb, tincturile pot fi obținute și prin simpla diluare a extractului fluid corespunzător. O altă substanță extrasă din materiale vegetale este oleozina, care conține un amestec de uleiuri esențiale (componente aromatice volatile) și rășini (componente nevolatile). Acest tip de extracție se face, de obicei, prin procese de extracție cu solvenți sau la presiune înaltă [Hudz et al., 2020].

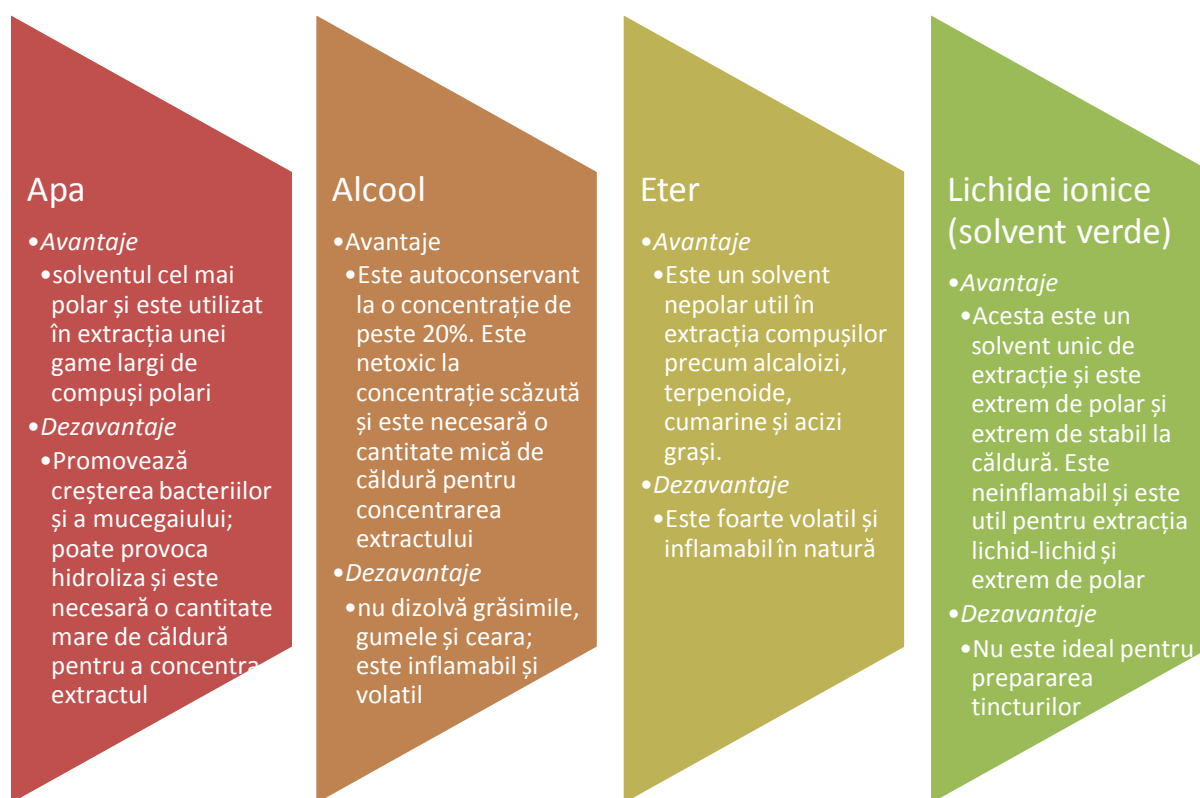


Figura 14.2. Proprietățile solventului de extracție.

Una dintre procedurile avansate de extracție în prepararea plantelor medicinale este extracția asistată de microunde, care utilizează mecanismul de rotație a dipolului și transferul ionic prin deplasarea ionilor încărcăți electric prezenți în materialul vegetal și în solvent. Extracția asistată de microunde are avantaje speciale, cum ar fi reducerea volumului de solvent și a timpului de extracție, dar această metodă este potrivită numai



pentru compuși fenolici specifici, în timp ce unii compuși precum taninurile și antocianii pot fi degradați din cauza temperaturii ridicate implicate.

Extracția asistată de ultrasunete este o altă procedură avansată de extracție. Această metodă implică aplicarea energiei sonore pentru a distruge toate celulele plantei și pentru a crește suprafața materialului vegetal în vederea penetrării solventului cu obținerea metaboliților secundari. Avantajele acestui proces sunt: este aplicabil la probe mici; reduce timpul de extracție și cantitatea de solvent utilizată și maximizează randamentul, dar această metodă este dificil de reprodus; de asemenea, cantitatea mare de energie aplicată poate degrada substanța fitochimică prin producerea de radicali liberi [Abubakar și Haque, 2020].

În cele din urmă, avem uleiurile esențiale, care pot fi obținute din material vegetal care este supus distilării cu abur, hidrodistilării sau presării la rece, în funcție de plantă și de tipul de ulei care urmează să fie obținut. Ele constau dintr-un amestec complex de compuși chimici, inclusiv terpene, aldehide, cetone, alcooli și altele, care le conferă atât aroma lor distinctivă, cât și potențialele proprietăți terapeutice [Aziz et al., 2018].

Pentru a face față problemelor legate de complexitatea chimică a extractului de plante, cercetătorii au adoptat abordarea amprentării vegetale. Deoarece întregul model de compuși (fitocomplex) caracterizează compoziția chimică a medicamentului pe bază de plante, amprenta cromatografică reprezintă o metodologie calitativă cuprinzătoare, în care cromatogramele complete au fost evaluate în timpul analizei datelor pentru a discrimina diferitele genotipuri.

Tehnicile cromatografice, care se bazează pe interacțiuni cu o fază staționară (solidă sau lichidă) și o fază mobilă (lichidă sau gazoasă), sunt utilizate în mod obișnuit pentru a separa, identifica și cuantifica fitocomplecșii [Coskun, 2016]. Există multe rapoarte despre tehnicile de amprentă digitală pentru a aborda identitatea și calitatea produselor botanice, care sunt în principal analize cromatografice, inclusiv cromatografia lichidă de înaltă performanță (HPLC), cromatografia gazoasă (GC), cromatografia lichidă de ultra performanță (UPLC) și electroforeza capilară (CE). Metodele de spectroscopie sunt, de asemenea, aplicate pentru a obține amprente [Donno et al., 2016].



- 1) Cromatografia pe coloană: este o tehnică de separare bazată pe distribuția diferențială a componentelor unui amestec între o fază mobilă (solvent) și o fază staționară (coloană plină cu material solid sau gel). Este folosită în mod obișnuit pentru purificarea și separarea amestecurilor de compuși organici [Revathy et al., 2011].
- 2) Cromatografia gazoasă (GC): în acest caz, faza mobilă este un gaz, iar faza staționară este o coloană acoperită sau plină cu material solid. Probele sunt vaporizate și injectate în coloană pentru separare. Este o tehnică utilizată pe scară largă pentru analiza amestecurilor de compuși volatili și stabili termic [McNair et al., 2019].
- 3) Cromatografie lichidă de înaltă performanță (HPLC): faza mobilă este un lichid pompat printr-o coloană plină cu particule mici staționare. Separarea se bazează pe interacțiuni chimice și fizice dintre componentele amestecului și faza staționară [Rahimi et al., 2020]. Identificarea pinosilvinei din *Pinus nigra* subsp. *laricio*, un stilbenoid natural care suprimă expresia indusă de LPS a citokinelor și mediatorilor pro-inflamatorii și inhibă calea de semnalizare JAK/STAT este prezentată mai jos [Perri et al., 2023].

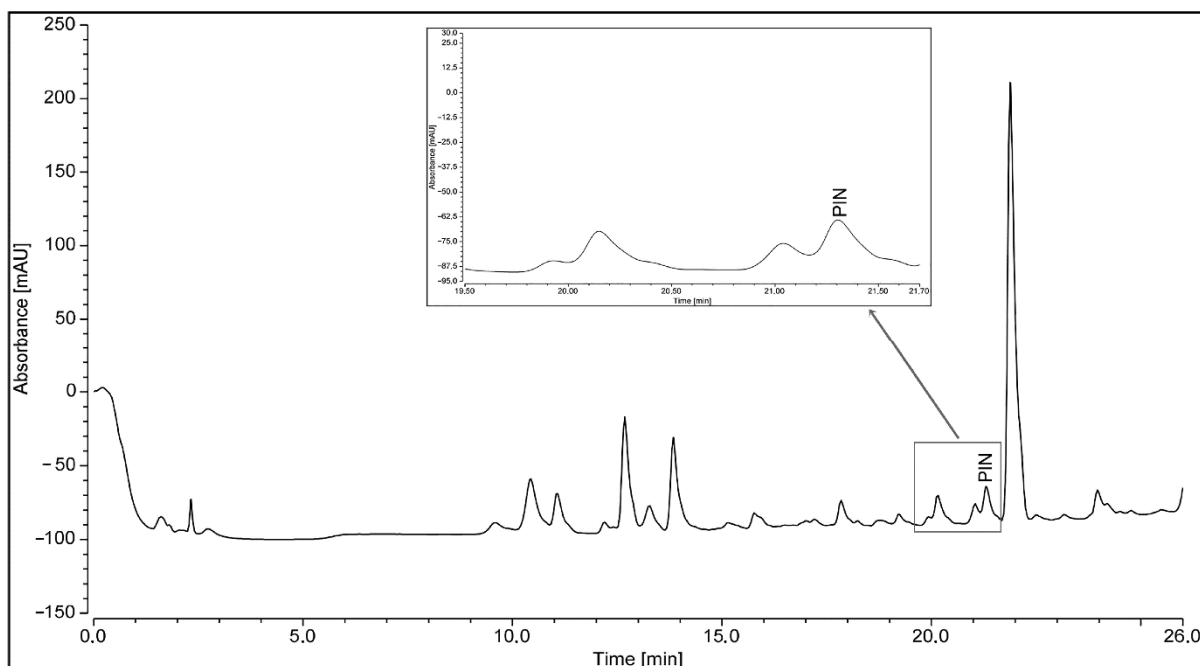


Figura 14.3. Cromatograma HPLC a extractului *Pinus nigra* subsp *laricio* pentru identificarea pinosilvinei (PIN).

- 4) Cromatografie în strat subțire de înaltă performanță (HPTLC): este o variantă de cromatografie în strat subțire (TLC) care utilizează straturi subțiri foarte uniforme de material staționar (silice) pe o placă de sticlă sau aluminiu ca fază staționară și o fază mobilă lichidă pentru separare. Spre deosebire de TLC, însămânțarea nu se face manual, ci cu o mașină specială, iar experimentul are loc într-o cameră (Automatic Development Chamber) la temperatură, umiditate și saturație controlate. Vizualizarea se face cu ajutorul unui instrument specific (Visualizer) care permite achiziționarea imaginilor pe un computer [Ramu și Chittela, 2018].



Co-funded by
the European Union



Mai jos este un exemplu de analiză HPTLC [Amodeo et al., 2019].

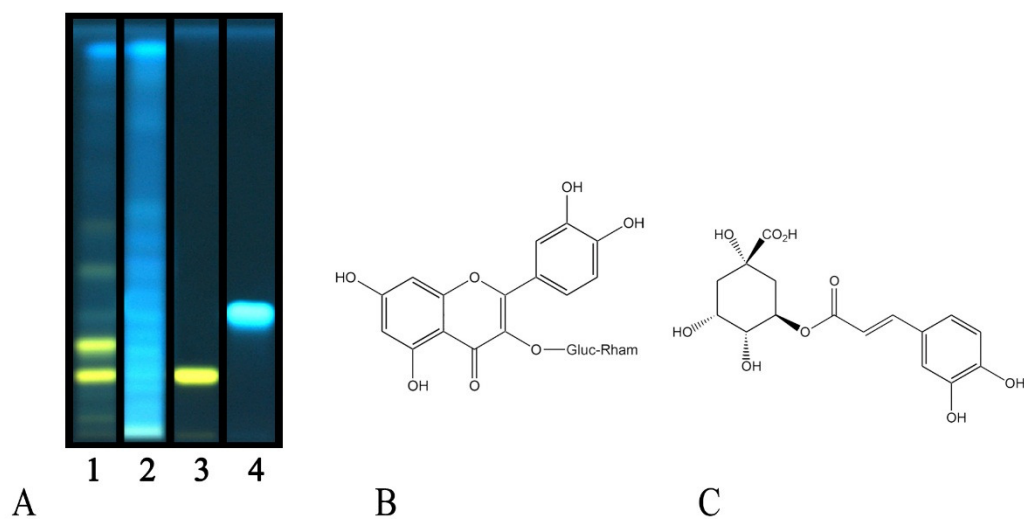


Figura 14.4. (A) Analiza HPTLC a fracțiilor de acetat de etil ale *Chenopodium album* L. (Amaranthaceae) și *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. (Brassicaceae). Probe: 1, *C. album* L.; 2, *S. officinale* (L.) Scop.; 3, rutin; 4, acid clorogenic. (B) rutin. (C) acid clorogenic.

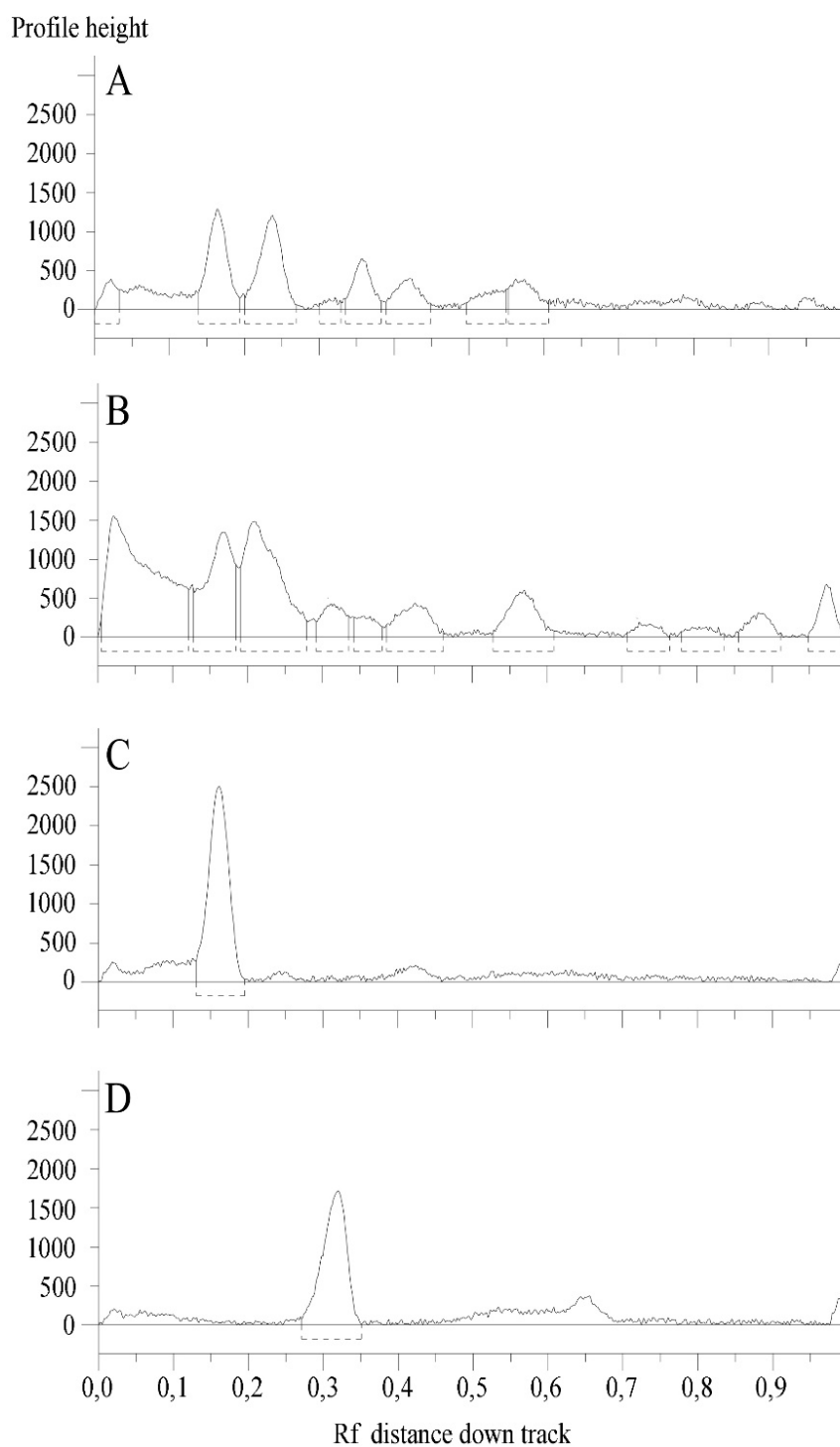


Figura 14.5. Cromatograme HPTLC ale probelor și standardelor analizate. A, *C. album* L.; B, *S. officinale* (L.) Scop.; C, rutin (Rf = 0,16).; D, acid clorogenic (Rf = 0,32).



Conținutul total de polifenoli a putut fi determinat prin metoda Folin-Ciocalteu, folosind acid clorogenic ca standard. Reactivul Folin-Ciocalteu este compus dintr-un amestec de doi acizi: acidul fosfomolibdic ($H_3PMo_{12}O_{40}$) și acidul fosfotungstic ($H_3PW_{12}O_{40}$). În condiții de bază, reacția chimică duce la reducerea acestui reactiv și, macroscopic, se poate observa o culoare albastru intensă care indică cantitatea de polifenoli prezentă în probă.

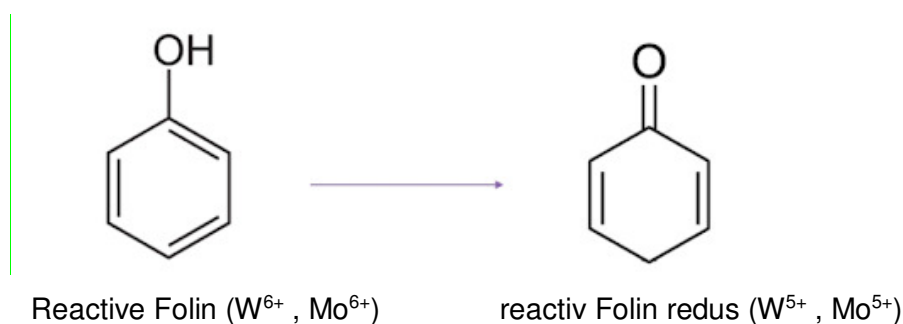
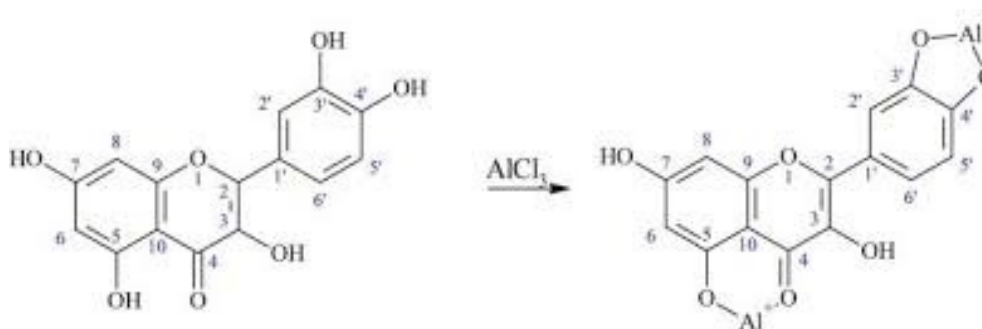


Figura 14.6. Principiul metodei Folin-Ciocalteu.

Conținutul total de flavonoide ar putea fi evaluat cu un test colorimetric bazat pe formarea unui complex flavonoid-aluminiu cu absorbție maximă la 430 nm.



Compoziția fitochimică a unui extract natural poate varia foarte mult în funcție de planta de origine, metoda de extracție, condițiile de creștere și partea de plantă utilizată. Conținutul de ingredient activ al unei plante este influențat de mai mulți factori de mediu, cum ar fi condițiile climatice, altitudinea, latitudinea și compoziția solului, precum și factorii biotici. Lumina și temperatura sunt esențiale pentru fotosinteza plantelor, care, la rândul său, afectează producția de compuși secundari. Temperatura poate afecta, de asemenea, viteza reacțiilor enzimatiche. Altitudinea și latitudinea au un



impact semnificativ asupra compoziției chimice a plantelor medicinale, cu variații adesea observate între plantele care cresc în zonele muntoase și cele care cresc în zonele joase [Altemimi et al., 2017].

Factorii biotici, cum ar fi interacțiunile dintre diferitele specii de plante sau prezența organismelor din apropiere, pot influența producția de metaboliți secundari în plante. Interacțiunea reciprocă între plante și alte organisme poate duce la modificări ale compoziției fitochimice. În rezumat, conținutul de ingredient activ al plantelor este influențat de o gamă complexă de factori de mediu și biotici, ceea ce face importantă luarea în considerare a acestor influențe în analiza fitochimică și producția de plante medicinale [Shan et al., 2023].

Ca urmare, prepararea produselor din plante, inclusiv extracte și uleiuri esențiale, precum și caracterizarea fitochimică a acestor produse sunt vitale pentru o varietate de industrii. Locația geografică joacă un rol semnificativ în determinarea compoziției fitocomplexilor, precum și a calității, autenticității și proprietăților terapeutice ale produselor pe bază de plante. Este esențial să înțelegem aceste influențe geografice pentru a standardiza, a asigura controlul calității și a dezvolta produse pe bază de plante care sunt sigure și eficiente.

În verificarea calității, purității și integrității plantelor se aplică tehnici și strategii speciale datorită naturii complexe a componentelor plantelor (Figura 14.3). Stabilitatea termică a probelor, determinarea variației masei și entalpiei, sensibilitatea ridicată, reproductibilitatea și răspunsul rapid la variația rezultatelor sunt calitățile tehnicilor termice precum analiza termogravimetrică și analiza termică diferențială. În analiza termică, funcțiile de timp și temperatură sunt utilizate ca parametri definitori.

Intervalele de temperatură de la 25 la 1000°C sunt utilizate în procedurile analitice termice. Semnalele de masă sunt obținute în timpul proceselor de încălzire ale analizei care oferă informații despre pierderea de masă (masă pierdută în procesul de degradare termică) în diferite etape definitorii (endotermice și exotermice). Pentru a stabili standardele de farmacopee ale formulărilor de plante medicinale a fost utilizat profilul de amprentare prin HPTLC, și astfel componentele fitochimice ale formulărilor pot fi dezvăluite și pot fi asigurate eficacitatea, siguranța și calitatea [Balekundri și Mannur, 2020].

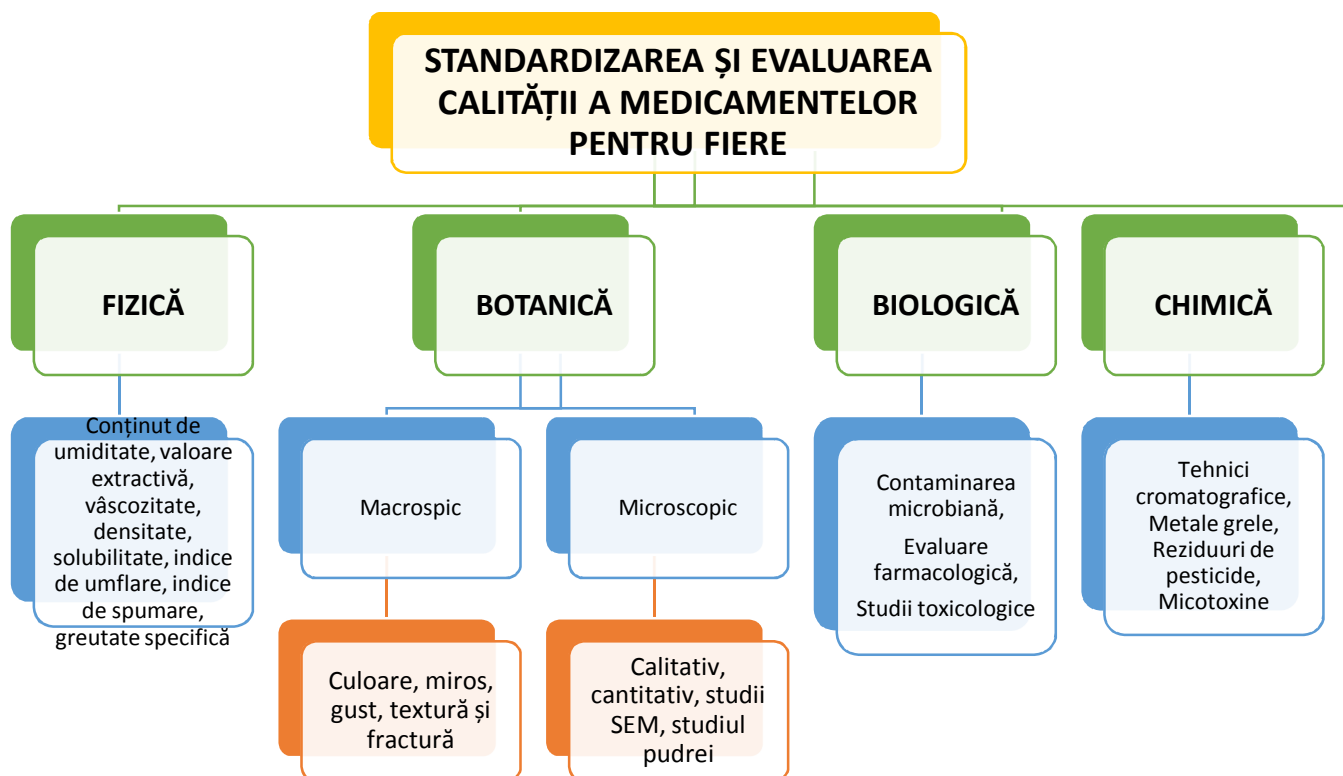


Figura 14.8. Metode de standardizare pe bază de plante.

Bibliografie

Abubakar, A. R., & Haque, M. (2020). *Preparation of medicinal plants: Basic extraction and fractionation procedures for experimental purposes. Journal of Pharmacy and Bioapplied Sciences*, 12(1), 1-10.

Altemimi, A., Lakhssassi, N., Baharlouei, A., Watson, D.G., Lightfoot, D.A. (2017). *Phytochemicals: Extraction, Isolation, and Identification of Bioactive Compounds from Plant Extracts. Plants (Basel)*., 6(4), 42.

Amodeo, V., Marrelli, M., Pontieri, V., Cassano, R., Trombino, S., Conforti, F., & Statti, G. (2019). *Chenopodium album L. and Sisymbrium officinale (L.) Scop.: phytochemical content and in vitro antioxidant and anti-inflammatory potential. Plants*, 8(11), 505.

Aziz, Z.A.A., Ahmad, A., Setapar, S.H.M., Karakucuk, A., Azim, M.M., Lokhat, D., Rafatullah, M., Ganash, M., Kamal, M.A., Ashraf, G.M. (2018). *Essential Oils:*



Extraction Techniques, Pharmaceutical And Therapeutic Potential - A Review. Curr Drug Metab., 19(13), 1100-1110.

Azwanida, N.N. (2015). *A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. Med Aromat Plants.*, 4(196), 2167-0412.

Balekundri, A., & Mannur, V. (2020). *Quality control of the traditional herbs and herbal products: a review. Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 6, 1-9.

Coskun, O. (2016). *Separation techniques: Chromatography. North Clin Istanbul.*, 3(2), 156-160.

Donno, D., Boggia, R., Zunin, P., Cerutti, A. K., Guido, M., Mellano, M. G., ... & Beccaro, G. L. (2016). *Phytochemical fingerprint and chemometrics for natural food preparation pattern recognition: an innovative technique in food supplement quality control. Journal of food science and technology*, 53, 1071-1083.

Guerrini, A., Sacchetti, G., Echeverria Guevara, M. P., Paganetto, G., Grandini, A., Maresca, I., Menghini L., Di Martino L., Marengo A. & Tacchini, M. (2021). *Wild Italian Hyssopus officinalis subsp. aristatus (Godr.) Nyman: from morphological and phytochemical evidences to biological activities. Plants*, 10(4), 631.

Hudz, N., Makowicz, E., Shanaida, M., et al. (2020). *Phytochemical Evaluation of Tinctures and Essential Oil Obtained from Satureja montana Herb. Molecules*, 25(20), 4763.

McNair, H.M., Miller, J.M., Snow, N.H. (2019). *Basic gas chromatography. John Wiley & Sons.*

Perri, M. R., Pellegrino, M., Marrelli, M., Aquaro, S., Cavaliere, F., Grande, F., ... & Statti, G. (2023). *Identification of Pinosylvin in Pinus nigra subsp. laricio: A Naturally Occurring Stilbenoid Suppressing LPS-Induced Expression of Pro-Inflammatory Cytokines and Mediators and Inhibiting the JAK/STAT Signaling Pathway. Pharmaceuticals*, 16(5), 718.

Rahimi, F., Chatzimichail, S., Saifuddin, A., Surman, A.J., Taylor-Robinson, S.D., Salehi-Reyhani, A. (2020). *A review of portable high-performance liquid chromatography: the future of the field?. Chromatographia*. 83, 1165-95.

Ramu, B., Chittela, K.B. (2018). *High Performance Thin Layer Chromatography and Its Role Pharmaceutical Industry. Open Sci. J. Biosci. Bioeng*, 5(3), 29-34.



Co-funded by
the European Union



Revathy, S., Elumalai, S., Antony, M.B. (2011). *Isolation, purification and identification of curcuminoids from turmeric (Curcuma longa L.) by column chromatography. Journal of Experimental sciences, 27, 2(7).*

Shan, Z., Zhou, S., Shah, A., Arafat, Y., Arif Hussain Rizvi, S., Shao, H. (2023). *Plant Allelopathy in Response to Biotic and Abiotic Factors. Agronomy, 13(9), 2358.*



Capitolul 15. Substanțele din suplimentele alimentare între eficacitate și toxicitate – plante și extracte din plante (Pînzaru IA, Macașoi IG, Dehelean CA)

15.1. Introducere

Suplimentele sunt produse care se consumă în plus față de dieta obișnuită pentru a oferi nutrienți suplimentari și sunt benefice pentru sănătatea și bunăstarea organismului. În acest sens, suplimentele alimentare au scopul de a suplimenta dieta, conținând ingrediente precum vitamine, minerale, aminoacizi, plante sau substanțe vegetale și pot fi administrate sub formă de pastile, capsule sau diferite forme farmaceutice lichide [Wierzejska, 2021].

Medicina tradițională se bazează pe plante care sunt o sursă principală și importantă pentru multe medicamente utilizate în prezent, cele mai comune exemple fiind constituite de aspirină și morfină. În plus, numeroase produse de origine vegetală sunt folosite la fabricarea suplimentelor alimentare. Popularitatea produselor pe bază de plante a crescut recent, tendință care poate fi explicată prin istoria lungă a utilizării lor. Potrivit sondajelor, aproximativ 20% dintre adulți consumă în mod regulat suplimente din plante [Bailey et al., 2011; Wierzejska, 2021].

Este important de menționat că una dintre cele mai semnificative probleme asociate cu aportul ridicat de suplimente alimentare este că majoritatea persoanelor nu apelează la medici, iar multe suplimente pot interfera cu tratamentul medical. Aceste suplimente au câștigat popularitate datorită calităților lor naturale și holistice, oferind o gamă largă de beneficii pentru sănătate. Cu toate acestea, este esențial să înțelegem că, doar pentru că ceva este natural nu înseamnă neapărat că este sigur, iar eficacitatea acestor substanțe poate fi strâns legată de potențialul lor de toxicitate [Ronis et al., 2018; Bailey și colab., 2011].

În plus, complexitatea chimică a plantelor poate contribui la efectele lor benefice, dar și la potențialele riscuri. Substanțele active din plante pot varia semnificativ în funcție de specia plantelor, partea utilizată (frunze, rădăcină, flori), metoda de prelucrare și condițiile de creștere. Acest lucru face ca standardizarea și



controlul calității suplimentelor pe bază de plante să fie esențiale pentru asigurarea siguranței și eficienței lor. De asemenea, este important să se ia în considerare interacțiunile posibile între suplimente și medicamentele prescrise, deoarece acestea pot influența negativ tratamentele medicale sau pot provoca reacții adverse neprevăzute [Ronis et al., 2018; Bailey și colab., 2011].

Pe de altă parte, beneficiile suplimentelor pe bază de plante, cum ar fi întărirea sistemului imunitar, îmbunătățirea digestiei, reducerea inflamației și combaterea stresului, contribuie la creșterea continuă a popularității lor. Este esențială promovarea educației consumatorilor cu privire la utilizarea responsabilă a suplimentelor alimentare și a se încuraja consultarea specialiștilor din domeniul sănătății înainte de a începe orice nou regim de suplimente. Numai în acest fel beneficiile acestor produse pot fi maximizate, minimizând în același timp riscurile potențiale asociate cu utilizarea lor necorespunzătoare [Wierzejska, 2021; Bailey și colab., 2011; Ronis și colab., 2018].

15.2. Substanțe derivate din plante utilizate în suplimentele alimentare

Substanțele derivate din plante utilizate în suplimentele alimentare includ o gamă largă de compuși obținuți din diferite părți ale plantelor, cum ar fi frunzele, florile, rădăcinile și semințele. Aceste substanțe sunt adesea apreciate pentru proprietățile lor benefice pentru sănătate. Unele dintre cele mai frecvente substanțe derivate din plante utilizate în suplimentele alimentare sunt prezentate în Tabelul 15.1.

Tabelul 15.1. Substanțe derivate din plante utilizate în suplimentele alimentare și proprietățile lor benefice.

CATEGORIE	EXEMPLE	PROPRIETĂȚI	SURSE
POLIFENOLI	Flavonoide, Resveratrol, Acid elagic	Antioxidante, antiinflamatorii	Fructe, legume, ceai verde, vin roșu
ALCALOIZI	Cafeină, Teobromină, Morfină	Activitate farmacologică puternică	Cafea, ceai, cacao, macopiaceu



TERPENOIDE	Carotenoide (beta-caroten), Fitosteroli	Sănătatea ochilor, reducerea colesterolului	Mentă, busuioc, cimbru
GLICOZIDE	Glicozide cardiace (digitalis), Saponine (yucca, quillaja)	Proprietăți medicinale diverse	Digitalis, yucca, quillaja
TANINURI	Taninuri	Antioxidante, sănătatea digestivă	Ceai, vin
FITONUTRIENȚI	Licopen, Sulforafan, Antocianine	Efecte benefice asupra sănătății	Roșii, broccoli, fructe de pădure
ACIZI GRAȘI ESEȚIALI	Omega-3, Omega-6	Cruciali pentru funcționarea corectă a organismului	Uleiuri vegetale, semințe de in, nuci, pește gras
POLIZAHARIDE	Beta-glucani	Stimularea sistemului imunitar	Ciuperci, ovăz
LIGNANI	Lignani	Antioxidante, fitoestrogenice	Semințe de in, susan, cereale integrale
ULEIURI ESEȚIALE	Lavandă, Eucalipt, Arbore de ceai	Aromaterapie, diverse beneficii pentru sănătate	Lavandă, eucalipt, arbore de ceai

15.3. Eficacitatea substanțelor derivate din plante

În ceea ce privește eficacitatea substanțelor găsite în suplimentele alimentare, o atenție deosebită trebuie acordată următoarelor subiecte: densitatea nutrienților, medicina tradițională, sinergia și biodisponibilitatea și proprietăți adaptogene.

Densitatea nutrienților

Multe suplimente alimentare pe bază de plante, cum ar fi cele care conțin vitamine, minerale și antioxidanți, pot furniza nutrienți esențiali care adesea lipsesc în dieta standard. Acești nutrienți sunt cruciali pentru diferite funcții ale corpului, inclusiv producția de energie, sprijinul imunitar și sănătatea generală [Drewnowski et al., 2014; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023]. De exemplu, vitamina C din extractele de acerola sau vitamina E din uleiul de germeni de grâu sunt recunoscute pentru rolul lor în protecția celulară și susținerea funcțiilor imunitare. Vitamina C este esențială



pentru sinteza colagenului și pentru funcționarea sistemului imunitar, în timp ce vitamina E acționează ca un puternic antioxidant care protejează celulele de stresul oxidativ [Lehoczki et al., 2023; Fekete și colab., 2023].

Mineralele precum magneziul din suplimentele cu spirulina sunt esențiale pentru buna funcționare a sistemului nervos și muscular. Magneziul contribuie la peste 300 de reacții biochimice din organism, inclusiv la reglarea tonusului muscular și a impulsurilor nervoase [Ward, 2014].

Suplimentele cu multivitamine și minerale au fost, de asemenea, asociate cu diverse beneficii pentru sănătate, inclusiv reducerea riscului de cancer și îmbunătățirea stării de sănătate generale. Studiile au arătat că anumite combinații de vitamine și minerale pot reduce incidența cancerului și mortalitatea generală, în special la populațiile cu deficit nutrițional [Nicklas et al., 2014; Ward, 2014].

Cu toate acestea, este important de menționat că efectele suplimentelor pot varia în funcție de doză și combinația de nutrienți, precum și de starea de sănătate a individului. Prin urmare, se recomandă consultarea unui specialist înainte de a începe orice regim de suplimentare [Lehoczki et al., 2023; Drewnowski et al., 2014; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].

Medicina tradițională

Multe extracte de plante au o istorie lungă de utilizare în sistemele de medicină tradițională din întreaga lume. De exemplu, plante precum ginseng, echinacea și turmericul au fost folosite de secole pentru beneficiile lor potențiale pentru sănătate, inclusiv sprijinul imunitar și proprietățile antiinflamatorii [Boy, 2018; Wang și colab., 2018; Singh și colab., 2017; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].

În medicina tradițională chineză, ginsengul este folosit pentru a îmbunătăți energia și vitalitatea. Este recunoscut pentru capacitatea sa de a crește rezistența la stres și de a îmbunătăți performanța fizică și mentală [Wang et al., 2018]. În plus, ginsengul este considerat un adaptogen, ajutând organismul să se adapteze la diferite tipuri de stres și să îmbunătățească funcționarea generală a organismului [Kiefer & Pantuso, 2003; Fekete și colab., 2023].



Echinacea este populară în medicina tradițională nord-americană pentru prevenirea și tratamentul răcelilor. Studiile au arătat că extractele de echinacea pot stimula sistemul imunitar și pot reduce durata simptomelor răcelii. Un studiu a constatat că administrarea de echinacea poate reduce severitatea și durata simptomelor respiratorii [Barrett, 2003; Hudson, 2011; Fekete și colab., 2023].

Turmericul, cunoscut pentru curcuminoidele sale active, este folosit în medicina ayurvedică pentru a reduce inflamația și pentru a îmbunătăți sănătatea articulațiilor. Curcumina, principalul compus activ din turmeric, are puternice proprietăți antiinflamatorii și antioxidante [Singh et al., 2017; Aggarwal și colab., 2007; Nicklas și colab., 2014]. Cercetările au arătat că, curcumina poate inhiba moleculele inflamatorii din organism, oferind protecție împotriva afecțiunilor inflamatorii cronice [Gupta et al., 2013; Fekete și colab., 2023].

Turmericul, pe lângă utilizările sale în medicina ayurvedică, este folosit și în alte culturi pentru tratarea afecțiunilor digestive și pentru proprietățile sale antioxidante [Singh et al., 2017; Aggarwal și colab., 2007]. Curcumina din turmeric a fost studiată pe larg pentru potențialul său în prevenirea și tratamentul bolilor inflamatorii cronice, cum ar fi artrita reumatoidă și boala inflamatorie intestinală [Gupta et al., 2013; Fekete și colab., 2023].

Ginsengul este folosit în diferite preparate tradiționale pentru a trata oboseala, pentru a îmbunătăți funcția cognitivă și pentru a stimula sistemul imunitar. Extractele de ginseng au fost studiate pentru efectele lor potențiale în îmbunătățirea funcției cognitive și a rezistenței fizice [Wang et al., 2018; Reay și colab., 2005; Fekete și colab., 2023]. În medicina tradițională nord-americană, echinacea era folosită nu numai pentru răceli, ci și pentru diferite infecții și inflamații, având un loc important în medicina tradițională pe bază de plante [Barrett, 2003; Fekete și colab., 2023].

Sinergie și biodisponibilitate

Se crede că unii compuși din plante funcționează sinergic cu alte componente în forma lor naturală, crescând biodisponibilitatea lor și potențialele beneficii pentru sănătate. Acesta este adesea denumit „efectul de anturaj”, în care compușii multipli dintr-o plantă lucrează împreună pentru un impact mai semnificativ [Nair, 2018; Singh



și colab., 2017; Bertuccioli și colab., 2019; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].

De exemplu, resveratrolul din struguri poate fi mai eficient atunci când este consumat împreună cu alți antioxidanți prezenți în fructe. Studiile au arătat că antioxidanții din struguri, cum ar fi quercetina și catechinele, pot funcționa sinergic pentru a îmbunătăți biodisponibilitatea resveratrolului și pentru a potența efectele sale benefice asupra sănătății cardiovasculare [Nair, 2018; Baur și Sinclair, 2006; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].

Curcumina din turmeric are o biodisponibilitate crescută atunci când este combinată cu piperina din piperul negru. Piperina, un compus activ din piperul negru, poate crește absorbția curcuminei cu până la 2000%, facilitând trecerea acesteia prin bariera intestinală și reducând metabolismul hepatic [Shoba și colab., 1998; Gupta și colab., 2013; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023]. Această combinație este adesea folosită în suplimente pentru a maximiza beneficiile antiinflamatorii și antioxidante ale turmericului [Bertuccioli et al., 2019; Fekete și colab., 2023].

Astfel, sinergia și biodisponibilitatea joacă un rol critic în eficacitatea suplimentelor pe bază de plante, asigurându-se că nutrienții sunt absorbiți și utilizați eficient de către organism. Acest concept este crucial în dezvoltarea suplimentelor care maximizează beneficiile pentru sănătate prin utilizarea compușilor naturali în forma lor optimă.

Proprietăți adaptogene

Anumite extracte de plante, cum ar fi adaptogenii (de exemplu, ashwagandha și rhodiola), au fost asociate cu stres redus, rezistență crescută și claritate mentală îmbunătățită, oferind o potențială soluție naturală la cerințele vieții moderne [Todorova, 2021; Panossian și Wikman, 2010; Chandrasekhar și colab., 2012; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].

Adaptogenii ajută organismul să se adapteze la stres și să mențină homeostazia. Acești compuși vegetali funcționează prin modularea răspunsului la stres, echilibrând procesele biologice și îmbunătățind capacitatea organismului de a face față stresului fizic, chimic și biologic. Aceasta înseamnă că adaptogenii pot ajuta



la reducerea efectelor negative ale stresului prelungit și pot preveni condițiile asociate cu stresul cronic, cum ar fi oboseala, anxietatea și tulburările de somn [Panossian și Wikman, 2010; Todorova, 2021; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].

Ashwagandha (*Withania somnifera*) este cunoscută pentru capacitatea sa de a reduce nivelul de cortizol, hormonul stresului, și de a îmbunătăți calitatea somnului. Studiile au arătat că ashwagandha poate reduce semnificativ nivelul de stres și anxietate, contribuind la un somn mai odihnitor și la o bunăstare generală. Un studiu randomizat, dublu-orb, controlat cu placebo a arătat că o concentrație mare de extract de ashwagandha de înaltă concentrație a redus semnificativ scorurile de stres și anxietate în comparație cu placebo [Chandrasekhar și colab., 2012; Fekete și colab., 2023]. În plus, ashwagandha a fost asociată cu îmbunătățirea rezistenței fizice și a performanțelor cognitive, făcând-o utilă în gestionarea cerințelor vieții moderne [Auddy et al., 2008; Fekete și colab., 2023].

Rhodiola (*Rhodiola rosea*) sau "rădăcina de aur" este apreciată pentru capacitatea sa de a îmbunătăți performanța mentală și fizică în condiții de stres. Studiile sugerează că rhodiola poate crește capacitatea de muncă, reduce oboseala mentală și îmbunătățește vigilența și claritatea mentală. Un studiu a demonstrat că rhodiola poate reduce semnificativ oboseala mentală și poate îmbunătăți performanța în sarcinile cognitive, contribuind la o mai bună gestionare a stresului [Olsson et al., 2009; Fekete și colab., 2023]. Rhodiola acționează influențând sistemele de neurotransmițători și răspunsul hormonal la stres, ajutând la menținerea homeostaziei și la adaptarea organismului la condiții stresante [Panossian și Wikman, 2010; Fekete și colab., 2023].

Pe lângă ashwagandha și rhodiola, există și alți adaptogeni care oferă beneficii similare. De exemplu, eleuthero (*Eleutherococcus senticosus*), cunoscut și sub numele de ginsengul siberian, este folosit pentru a îmbunătăți energia și rezistența și pentru a reduce oboseala [Panossian et al., 2008; Fekete și colab., 2023]. Schisandra (*Schisandra chinensis*) este un alt adaptogen renumit pentru proprietățile sale de a îmbunătăți performanța fizică și mentală și de a proteja împotriva stresului oxidativ [Winston și Maimes, 2007; Fekete și colab., 2023].



Adaptogenii sunt o categorie importantă de suplimente naturale care pot ajuta la gestionarea stresului și la îmbunătățirea sănătății generale, oferind o soluție holistică la cerințele vieții moderne.

Beneficii suplimentare

Pe lângă adaptogeni, suplimentele pe bază de plante pot oferi beneficii specifice pentru diferite sisteme ale corpului. De exemplu, extractul de frunze de ginkgo biloba este cunoscut pentru a îmbunătăți circulația sângelui și susținerea funcției cognitive. Studiile au arătat că ginkgo biloba poate îmbunătăți fluxul sanguin cerebral și are efecte benefice asupra memoriei și funcției cognitive, fiind util în tratarea unor afecțiuni precum demența și boala Alzheimer [Weinmann et al., 2010; Gschwind și colab., 2017; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].

Semințele de armurariu (*Silybum marianum*) sunt folosite pentru a susține funcția hepatică și detoxifierea. Silimarina, principalul compus activ din armurariu, este cunoscut pentru proprietățile sale hepatoprotectoare și antioxidante. Silimarina ajută la protejarea ficatului împotriva toxinelor și la regenerarea celulelor hepatice, fiind utilizată în tratamentul bolilor hepatice precum hepatita și ciroza [Kren și Walterová, 2005; Loguercio și Festi, 2011; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].

De asemenea, plante precum valeriana (*Valeriana officinalis*) și floarea pasiunii (*Passiflora incarnata*) sunt folosite pentru a stimula relaxarea și pentru a ameliora simptomele de anxietate și insomnie. Valeriana este cunoscută pentru efectele sale sedative și anxiolitice, fiind folosită de secole pentru a trata insomnia și anxietatea. Studiile au arătat că extractul de valeriană poate îmbunătăți calitatea somnului și poate reduce timpul necesar pentru a adormi [Bent et al., 2006; Fernández-San-Martín și colab., 2010; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023]. Floarea pasiunii este, de asemenea, apreciată pentru proprietățile sale sedative și este folosită în mod tradițional pentru tratarea anxietății și a tulburărilor de somn [Akhondzadeh et al., 2001; Miyasaka și colab., 2007; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].



15.4. Considerații privind personalizarea suplimentelor alimentare

Este important de menționat că eficacitatea suplimentelor alimentare pe bază de plante poate varia în funcție de individualitatea biologică a fiecărei persoane. Factori precum vârsta, sănătatea, dieta și stilul de viață pot influența modul în care organismul răspunde la aceste suplimente. De exemplu, vârsta poate afecta absorbția și metabolismul suplimentelor, în timp ce anumite condiții de sănătate pot necesita ajustări specifice ale dozei și ale tipului de suplimente utilizate [Todorova, 2021; Liu și colab., 2018; Hu și colab., 2019; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].

Consultarea cu un profesionist din domeniul sănătății este esențială pentru a adapta suplimentele la nevoile specifice și pentru a optimiza beneficiile acestora. Profesioniștii din domeniul sănătății pot efectua evaluări detaliate pentru a determina nevoile nutriționale individuale și pot recomanda suplimente adecvate pentru a satisface aceste nevoi. De asemenea, pot monitoriza răspunsul la suplimente și pot ajusta dozele sau tipurile de suplimente în funcție de reacțiile individuale și de rezultatele observate [Todorova, 2021; Liu și colab., 2018; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].

De exemplu, persoanele în vârstă pot avea nevoi nutriționale diferite față de adulți și pot necesita suplimente pentru a-și susține sănătatea oaselor, funcția cognitivă și sistemul imunitar. Pe de altă parte, sportivii pot avea nevoie de suplimente pentru a-și susține performanța fizică și recuperarea musculară. În ambele cazuri, consultarea unui specialist poate asigura că suplimentele sunt adaptate în mod corespunzător pentru a maximiza beneficiile [Hu et al., 2019; Kreider și colab., 2010; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].

Dieta și stilul de viață joacă, de asemenea, un rol crucial în modul în care suplimentele sunt absorbite și utilizate de către organism. De exemplu, o dietă bogată în fibre poate afecta absorbția anumitor minerale, în timp ce consumul de alcool și fumatul pot influența metabolismul și eficacitatea suplimentelor [Liu et al., 2018; Nicklas și colab., 2014].



15.5. Aspecte legate de toxicitatea substanțelor derivate din plante

La polul opus se află toxicitatea substanțelor utilizate în suplimentele alimentare, toxicitate asociată în principal cu: dozajul și concentrația, reacțiile alergice, interacțiunile, puritatea și contaminarea și lipsa de reglementare.

Dozare și concentrație

Substanțele naturale din extractele de plante pot fi puternice, iar atunci când sunt consumate în concentrații mari, pot duce la toxicitate. Supradozajul cu unele suplimente din plante poate duce la efecte adverse, inclusiv probleme digestive, dureri de cap sau probleme de sănătate mai severe [Brima, 2017; Bent și colab., 2006; Stickel și Shouval, 2015; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023]. De exemplu, consumul excesiv de vitamina A din surse vegetale, cum ar fi uleiul de ficat de pește, poate provoca hipervitaminoză A, care poate duce la probleme grave de sănătate, cum ar fi afectarea ficatului și a vederii [Hathcock, 1997; Fekete și colab., 2023].

De asemenea, extractele de ceai verde, dacă sunt consumate în doze foarte mari, pot provoca hepatotoxicitate, ducând la afectarea ficatului și alte complicații grave [Mazzanti et al., 2015; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023]. Rădăcina de kava, folosită pentru proprietățile sale anxiolitice, poate provoca hepatotoxicitate dacă este consumată în cantități mari sau pe termen lung [Stickel și Shouval, 2015; Nicklas și colab., 2014].

Este important să se respecte dozele recomandate pentru fiecare supliment din plante, deoarece chiar și substanțele considerate sigure pot deveni periculoase în cantități mari. De exemplu, usturoiul, cunoscut pentru beneficiile sale asupra sănătății cardiovasculare, poate provoca iritații gastrice și probleme de coagulare a sângelui dacă este consumat în cantități excesive [Ried et al., 2016; Nicklas și colab., 2014].

Unele suplimente pe bază de plante pot conține compuși activi care pot interacționa cu medicamentele sau cu alte suplimente, amplificându-le sau diminuându-le efectele. Prin urmare, este esențial să se consulte un profesionist din domeniul sănătății înainte de administrarea unui nou supliment, mai ales dacă sunt utilizate și alte tratamente medicamentoase [Izzo și Ernst, 2009; Nicklas și colab., 2014; Fekete și colab., 2023].



Pe lângă dozare, metoda de administrare poate influența semnificativ absorbția și efectele substanțelor din plante. De exemplu, suplimentele administrate sub formă de capsule sau tablete pot avea rate de absorbție diferite față de suplimentele lichide sau pulberi, afectând astfel concentrațiile plasmatice ale compușilor activi și, implicit, efectele acestora asupra organismului [Gaby, 2006; Nicklas și colab., 2014].

De asemenea, este important să se țină cont de variabilitatea naturală a concentrațiilor de compuși activi din plante, care poate varia în funcție de factorii de mediu, metoda de recoltare și procesare. Standardizarea suplimentelor pe bază de plante poate ajuta la asigurarea unei dozări consistente și sigure [Gafner, 2018; Nicklas și colab., 2014].

Exemple de calcul pentru substanțe derivate din plante:

a) Vitamina A:

- Doza zilnică recomandată (DZR) pentru adulți: 700-900 micrograme (μg) echivalenți de retinol (RE).
- Limită superioară de siguranță: 3000 μg RE pe zi.
- Exemple: 1 gram de ulei de ficat de cod poate conține aproximativ 1000 μg RE. Consumul a 3 grame ar atinge limita superioară de siguranță (3 grame \times 1000 $\mu\text{g}/\text{gram}$ = 3000 μg RE), riscând toxicitatea.

b) Extract de ceai verde:

- Catechinele sunt principalii compuși activi.
- DZR: nu există o valoare specifică, dar consumul de ceai verde este considerat sigur la 3-5 căni pe zi.
- Limită superioară de siguranță pentru suplimente: aproximativ 800 mg de catechine pe zi.
- Exemple: un supliment care conține 400 mg de catechine per capsulă. Consumul a două capsule pe zi (2 capsule \times 400 mg/capsulă = 800 mg) atinge limita superioară de siguranță, iar consumul a trei capsule ar depăși aceasta, riscând hepatotoxicitate.

c) Rădăcina de kava:

- Principalii compuși activi: kavalactona.



- Doza recomandată: 60-120 mg de kavalactonă pe zi.
- Exemple: un supliment care conține 60 mg de kavalactonă per capsulă. Consumând două capsule pe zi (2 capsule x 60 mg/capsulă = 120 mg) se ajunge la doza recomandată. Consumul a patru capsule ar dubla doza recomandată, riscând hepatotoxicitate.

d) Usturoi (*Allium sativum*):

- Principalii compuși activi: alicina.
- Doza recomandată pentru beneficii cardiovasculare: aproximativ 600-1200 mg de usturoi pudră pe zi.
- Exemple: un supliment care conține 300 mg de usturoi per comprimat. Consumul a patru comprimate pe zi (4 comprimate x 300 mg/comprinat = 1200 mg) atinge doza recomandată. Consumul a opt comprimate ar dubla doza recomandată, riscând iritații gastrice și probleme de coagulare.

În concluzie, doza și concentrația sunt factori critici în utilizarea suplimentelor pe bază de plante. Respectarea instrucțiunilor de dozaj și consultarea specialiștilor din domeniul sănătății sunt esențiale pentru a maximiza beneficiile acestor suplimente și pentru a minimiza riscurile de toxicitate.

Reacții alergice

Reacțiile alergice la compușii vegetali sunt o problemă comună, chiar și atunci când acești compuși sunt în general considerați siguri. Aceste reacții pot varia semnificativ, de la iritația ușoară a pielii până la răspunsuri anafilactice severe, care pun viața în pericol [Shahali, 2018; Asero, 2000; Sicherer, 2011; Pumphrey, 2004; Haahtela et al., 2013].

Expunerea la alergeni vegetali poate provoca diferite simptome alergice, inclusiv dermatită de contact, rinită alergică și simptome gastrointestinale [Haahtela et al., 2013]. În unele cazuri, inhalarea polenului sau a altor particule de plante poate declanșa simptome severe de astm (Pumphrey, 2004).



Tabelul 15.2. Tabel cu exemple de reacții alergice la compușii vegetali

COMPUȘI VEGETALI	SIMPTOME COMUNE	SEVERITATE
POLEN DE AMBROZIE	Strănut, nas care curge, ochi iritați	Moderată
IEDERA OTRĂVITOARE	Erupții cutanate, mâncărime, umflături	Moderată până la severă
LATEX (DIN ARBORII DE CAUCIUC)	Erupții cutanate, mâncărime, anafilaxie	Severă
PROTEINA DIN ARAHIDE	Urticarie, crampe stomacale, anafilaxie	Severă
PROTEINA DIN SOIA	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
GLUTEN DIN GRÂU	Urticarie, crampe stomacale, anafilaxie	Severă
PROTEINE DIN NUCI (EX. MIGDALE, NUCI)	Urticarie, mâncărime, anafilaxie	Severă
PROTEINA DIN CRUSTACEE	Urticarie, crampe stomacale, anafilaxie	Severă
POLEN DE IARBĂ	Strănut, nas care curge, ochi iritați	Moderată
SPORI DE MUCEGAI	Strănut, tuse, respirație șuierătoare	Moderată până la severă
PĂR DE PISICĂ (CONȚINE PROTEINE VEGETALE)	Strănut, nas care curge, ochi iritați	Moderată
PĂR DE CÂINE (CONȚINE PROTEINE VEGETALE)	Strănut, nas care curge, ochi iritați	Moderată
PROTEINA DIN SEMINȚE DE FLOAREA-SOARELUI	Urticarie, mâncărime, anafilaxie	Severă
PROTEINA DIN SEMINȚE DE SUSAN	Urticarie, mâncărime, anafilaxie	Severă
PROTEINA DIN SEMINȚE DE MUȘTAR	Urticarie, mâncărime, anafilaxie	Severă
PROTEINA DIN RĂDĂCINA DE ȚELINĂ	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN USTUROI	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN CEAPĂ	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă



ENZIMA DE PAPAYA (PAPAINA)	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN FRUCTUL DE KIWI	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN TOMATE	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN MORCOV	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN BANANĂ	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN CĂPȘUNI	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN MERE	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN PIERSICI	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN CIREȘE	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN STRUGURI	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN PORTOCAL	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN LĂMÂI	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN LIME	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN AVOCADO	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN ANANAS	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN MANGO	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN NUCĂ DE COCOS	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă



PROTEINA DIN ARDEI	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN SPANAC	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN BROCCOLI	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN CONOPIDĂ	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN VARZĂ DE BRUXELLES	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN VARZĂ	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN SALATĂ	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN RIDICHE	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN CASTRAVEȚI	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN DOVLEAC	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN ZUCCHINI	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN CARTOF DULCE	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN NAPI	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN PĂSTÂRNAC	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă
PROTEINA DIN SFECLĂ	Urticarie, mâncărime, crampe stomacale	Moderată până la severă

Interacțiuni

Suplimentele pe bază de plante pot interacționa cu medicamentele sau alte suplimente, ducând la efecte secundare neașteptate sau la scăderea eficacității. Este esențial a se consulta un profesionist din domeniul sănătății înainte de a adăuga noi suplimente la regimul unei persoane, mai ales dacă sunt utilizate și medicamente eliberate pe bază de rețetă [Sprouse, 2016; Williamson, 2003; Izzo și Ernst 2009; Gurley și colab., 2012; Bent, 2008; Shi și Klotz, 2012].

De exemplu, sunătoarea (*Hypericum perforatum*) poate reduce eficacitatea contraceptivelor orale și a anticoagulantelor, crescând riscul de sarcină neplanificată și de sângerare [Izzo și Ernst, 2009]. *Ginkgo biloba* poate interacționa cu anticoagulante și agenți antiplachetari, crescând riscul de sângerare [Williamson, 2003]. Echinacea poate influența, de asemenea, metabolismul anumitor medicamente, afectând nivelul acestora din sânge și efectele lor potențiale [Gurley et al., 2012].

Tabelul 15.3. Exemple de interacțiuni între suplimentele pe bază de plante și medicamente

SUPLIMENT PE BAZĂ DE PLANTE	INTERACȚIUNI COMUNE	EFECTE POTENȚIALE
SUNĂTOARE (HYPERICUM PERFORATUM)	Reduce eficacitatea contraceptivelor orale și a anticoagulantelor	Sarcină neplanificată, sângerări crescute
GINKGO BILOBA	Crește riscul de sângerare al anticoagulantelor și antiplachetarelor	Sângerări crescute
ECHINACEA	Influențează metabolizarea anumitor medicamente	Niveluri variabile ale medicamentelor în sânge
GINSENG	Poate crește efectele stimulante ale cofeinei	Agitație, insomnie
KAVA	Poate interacționa cu medicamentele pentru anxietate și antidepresive	Somnolență, efecte adverse crescute
VALERIANĂ	Poate intensifica efectele sedativelor	Sedare excesivă
PALMIER PITIC (SAW PALMETTO)	Poate interacționa cu medicamentele pentru prostată	Eficacitate scăzută a tratamentului pentru prostată



COADA ȘORICELULUI	Poate interacționa cu anticoagulantele	Sângerări crescute
LEMN-DULCE (GLYCYRRHIZA GLABRA)	Poate cauza retenție de sodiu și pierdere de potasiu când este combinat cu diuretice	Hipertensiune, dezechilibre electrolitice
GHIMBIR (ZINGIBER OFFICINALE)	Poate crește riscul de sângerare când este co-administrat cu anticoagulantele	Sângerări crescute
TURMERIC (CURCUMA LONGA)	Poate interacționa cu medicamentele pentru diabet	Hipoglicemie
SILIMARINĂ (SILYBUM MARIANUM)	Poate influența metabolizarea medicamentelor hepatice	Niveluri variabile ale medicamentelor la nivel hepatic
USTUROI (ALLIUM SATIVUM)	Crește riscul de sângerare când este co-administrat cu anticoagulantele	Sângerări crescute
ALOE VERA	Poate reduce eficacitatea medicamentelor pentru diabet	Hipoglicemie
SCHINDUF	Poate influența absorbția fierului	Absorbție scăzută a fierului
ULEI DE PRIMULA	Poate interacționa cu anticoagulantele	Sângerări crescute
COHOȘUL NEGRU (BLACK COHOSH)	Poate interacționa cu medicamentele hormonale	Efecte hormonale variabile
CURCUMĂ SĂLBATICĂ SAU TURMERIC INDIAN (GOLDENSEAL)	Poate influența metabolizarea medicamentelor	Niveluri variabile ale medicamentelor
MENTĂ	Poate interacționa cu antiacidele	Reducerea eficacității antiacidelor
MUȘEȚEL	Poate intensifica efectele sedativelor	Sedare excesivă
SUNĂTOARE (ST. JOHN'S WORT)	Poate reduce eficacitatea contraceptivelor orale și anticoagulantelor	Sarcină neplanificată, sângerări crescute
PĂDUCEL	Poate interacționa cu medicamentele pentru inimă	Efecte cardiace variabile
IARBA FETEI (FEVERFEW)	Poate interacționa cu anticoagulantele și antiplachetarele	Sângerări crescute
EXTRACT DE CEAI VERDE	Poate interacționa cu medicamentele pentru tensiune arterială	Tensiune arterială variabilă
AFIN	Poate interacționa cu anticoagulantele și antiplachetarele	Sângerări crescute



COACĂZE	Poate interacționa cu medicamentele pentru infecții urinare	Ineficiența tratamentului pentru infecții urinare
PĂPĂDIE	Poate influența efectele diureticelor	Diureză crescută
SOC	Poate interacționa cu medicamentele antivirale	Eficacitate scăzută a antiviralelor
URZICĂ	Poate interacționa cu medicamentele pentru alergii	Eficacitate scăzută a tratamentului pentru alergii
RHODIOLA	Poate interacționa cu medicamentele pentru depresie și anxietate	Eficacitate variabilă a tratamentului

Puritate și contaminare

Sursa și calitatea suplimentelor din plante sunt esențiale. Produsele de proastă calitate sau contaminate pot introduce toxine sau substanțe nocive în organism, ducând la efecte adverse [Ratajczak, 2020; Ghosh și colab., 2013; Posadzki și colab., 2013; Navarro et al., 2017; Cohen, 2019].

Este esențial ca suplimentele să provină de la furnizori de încredere și să fie testate pentru puritate și contaminare. Contaminanții comuni includ metale grele, pesticide și microorganisme patogene, care pot compromite sănătatea utilizatorilor [Navarro et al., 2017]. De exemplu, metalele grele precum plumbul, mercurul și cadmiul pot fi prezente în suplimentele pe bază de plante și pot duce la otrăviri grave dacă sunt consumate pe termen lung [Ghosh et al., 2013].

Unele suplimente din plante pot fi contaminate cu medicamente sintetice care nu sunt declarate pe eticheta produsului. Acest lucru poate duce la interacțiuni periculoase cu alte medicamente pe care o persoană le ia sau la reacții adverse neașteptate [Posadzki et al., 2013]. Contaminarea cu pesticide poate provoca, de asemenea, reacții alergice severe și alte probleme de sănătate pe termen lung [Cohen, 2019].

Mai mult, microorganismele patogene precum bacteriile, ciupercile și virusurile pot contamina suplimentele pe bază de plante, ducând la infecții și alte probleme de sănătate [Navarro et al., 2017]. De exemplu, *E. coli* și *Salmonella* sunt contaminanți bacterieni obișnuiți care pot provoca intoxicații alimentare severe.



Pentru a evita aceste riscuri, este important ca suplimentele pe bază de plante să fie produse și ambalate în condiții stricte de igienă și să fie supuse unor teste riguroase de control al calității. Organizațiile de reglementare din diferite țări au stabilit standarde pentru puritatea și siguranța suplimentelor alimentare, dar respectarea acestor standarde poate varia. Prin urmare, consumatorii ar trebui să caute produse care au fost certificate de organizații independente pentru a se asigura că respectă standardele de calitate și siguranță.

Tabelul 15.4. Exemple de contaminanți din suplimente pe bază de plante

SUPLIMENT PE BAZĂ DE PLANTE	CONTAMINANȚI POTENȚIALI	EFECTE ADVERSE
SUPLIMENTE AYURVEDICE	Metale grele (plumb, mercur, arsenic)	Otrăvire cu plumb, mercur sau arsenic; dureri abdominale, slăbiciune, anemie
GINKGO BILOBA	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
GINSENG	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
ECHINACEA	Bacterii (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	Infecții gastrointestinale
ALOE VERA	Bacterii (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	Infecții gastrointestinale
TURMERIC (CURCUMA LONGA)	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
USTUROI (ALLIUM SATIVUM)	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
SUNĂTOARE (ST. JOHN'S WORT)	Medicamente sintetice	Interacțiuni medicamentoase periculoase
PALMIER PITIC (SAW PALMETTO)	Metale grele	Otrăvire cu metale grele
MENTĂ	Bacterii (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	Infecții gastrointestinale
MUȘEȚEL	Bacterii (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	Infecții gastrointestinale
VALERIANĂ	Bacterii (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	Infecții gastrointestinale
SILIMARINĂ (SILYBUM MARIANUM)	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
COHOȘUL NEGRU (BLACK COHOSH)	Metale grele	Otrăvire cu metale grele



CURCUMĂ SĂLBATICĂ SAU TURMERIC INDIAN (GOLDENSEAL)	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
GHIMBIR (ZINGIBER OFFICINALE)	Bacterii (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	Infecții gastrointestinale
SCHINDUF	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
PRIMULA	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
LEMN-DULCE (GLYCYRRHIZA GLABRA)	Metale grele	Otrăvire cu metale grele
URZICĂ	Bacterii (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	Infecții gastrointestinale
COACĂZE	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
PĂPĂDIE	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
SOC	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
RHODIOLA	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
ASHWAGANDHA	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
MACA	Metale grele	Otrăvire cu metale grele
EXTRACT DE CEAI VERDE	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
AFIN	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
IARBA FETEI (FEVERFEW)	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate
PĂDUCEL	Pesticide	Reacții alergice, toxicitate

Lipsa Reglementării

Industria suplimentelor alimentare nu este la fel de strict reglementată ca produsele farmaceutice, ceea ce duce la variații de calitate și siguranță între diferite produse. Este important să se aleagă mărci de renume care urmează bunele practici de producție [Dwyer, 2018; Cohen, 2020; Geller și colab., 2015; Marcus și Grollman, 2016; Navarro et al., 2017].

În multe țări, suplimentele alimentare sunt reglementate ca alimente și nu ca medicamente, ceea ce înseamnă că nu trebuie să treacă prin aceleași teste riguroase pentru eficacitate și siguranță înainte de a fi comercializate. De exemplu, în Statele



Unite, Food and Drug Administration (FDA) nu aprobă suplimentele alimentare înainte ca acestea să fie vândute pe piață. În schimb, responsabilitatea asigurării siguranței și calității produselor revine producătorilor. Acest lucru creează un mediu în care produsele de pe piață pot varia foarte mult în ceea ce privește puritatea, potența și siguranța.

Producătorii de suplimente alimentare ar trebui să urmeze bunele practici de fabricație (GMP) pentru a minimiza riscul de contaminare și pentru a asigura consistența produsului. GMP include standarde pentru igiena fabricării, controlul materiilor prime, testarea produselor finite și gestionarea reclamațiilor consumatorilor [Geller et al., 2015]. Cu toate acestea, respectarea acestor practici nu este întotdeauna strict monitorizată sau aplicată, ceea ce poate duce la produse care nu îndeplinesc standardele necesare de siguranță și eficacitate.

Tabelul 15.5. Probleme de reglementare ale suplimentelor alimentare

PROBLEME DE REGLEMENTARE	DESCRIERE
CONTAMINAREA	Produsele pot fi contaminate cu metale grele, pesticide, microorganisme patogene sau alte substanțe nedorite. Aceasta poate duce la efecte adverse grave asupra sănătății utilizatorilor [Navarro et al., 2017].
ADULTERAREA	Suplimentele pot conține ingrediente nedeclarate sau medicamente sintetice care nu sunt menționate pe etichetă. Acest lucru poate duce la interacțiuni medicamentoase periculoase sau efecte secundare neașteptate [Cohen 2020].
VARIABILITATEA CONȚINUTULUI	Produsele pot varia în ceea ce privește concentrația ingredientelor active. Aceasta poate însemna că un produs nu oferă beneficiile scontate sau, în cazuri extreme, poate fi toxic [Marcus and Grollman, 2016].
PUBLICITATE ÎNȘELĂTOARE	Suplimentele pot fi promovate cu afirmații de sănătate nesusținute de dovezi științifice solide, inducând consumatorii în eroare [Dwyer, 2018].

Pentru a naviga în siguranță pe piața suplimentelor alimentare, consumatorii ar trebui să caute produse care au fost certificate de organizații independente de testare, cum ar fi US Pharmacopeia (USP), NSF International sau ConsumerLab. Aceste organizații testează suplimentele pentru a verifica puritatea, potența și absența contaminanților.



De asemenea, este esențial ca, consumatorii să consulte un profesionist din domeniul sănătății înainte de a începe orice regim de suplimentare, mai ales dacă iau deja medicamente pe bază de rețetă. Profesioniștii pot oferi sfaturi privind siguranța și eficacitatea suplimentelor, precum și potențialele interacțiuni cu alte medicamente.

În concluzie, substanțele din suplimentele alimentare derivate din plante și extracte de plante pot oferi o serie de beneficii pentru sănătate, dar eficacitatea și siguranța lor depind de diverși factori, inclusiv doza, puritatea, toleranța individuală și potențialele interacțiuni cu alte substanțe.

Substanțele derivate din plante precum polifenoli, alcaloizi, terpenoizi, glicozide, taninuri, fitonutrienți, acizi grași esențiali, polizaharide, lignani și uleiuri esențiale au proprietăți benefice recunoscute, precum activitate antioxidantă, activitate antiinflamatoare, sprijin pentru sănătatea ochilor și reducerea colesterolului. Eficacitatea acestor substanțe poate fi influențată de sinergia dintre compuși și biodisponibilitatea acestora, precum și de proprietățile adaptogene ale unor extracte de plante (ex. ashwagandha și rhodiola) care ajută organismul să se adapteze la stres.

Consumul excesiv de substanțe naturale poate duce la toxicitate. Suplimentele precum vitamina A, extractul de ceai verde sau rădăcina de kava trebuie luate în dozele recomandate pentru a evita efectele adverse severe. Alergiile la compușii plantelor sunt frecvente și pot varia de la iritații ușoare până la reacții anafilactice severe. Alergiile pot fi cauzate de diferite plante și proteine din alimentele comune. Suplimentele pe bază de plante pot interacționa cu medicamentele sau alte suplimente, ducând la efecte secundare neașteptate sau la scăderea eficacității tratamentului. Este esențial să consultați un profesionist din domeniul sănătății înainte de a adăuga noi suplimente la regimul dumneavoastră de tratament.

Calitatea suplimentelor pe bază de plante este critică, iar contaminanții precum metalele grele, pesticidele și microorganismele patogene pot duce la probleme grave de sănătate. Suplimentele trebuie testate pentru puritate și siguranță. Industria suplimentelor nu este la fel de strict reglementată precum cea farmaceutică, ceea ce poate duce la variații mari în calitatea și siguranța produselor disponibile pe piață. Consumatorii ar trebui să aleagă produse certificate de organizații independente și să



consulte profesioniștii din domeniul sănătății înainte de a începe orice regim de supliment.

Este esențial ca indivizii să abordeze aceste suplimente cu prudență, să facă cercetări, să se consulte cu profesioniștii din domeniul sănătății și să acorde o atenție deosebită calității și aprovizionării produselor pentru a se asigura că primesc beneficii potențiale evitând în același timp toxicitatea și efectele secundare.

Bibliografie

- Aggarwal, B.B., et al. (2007). *Curcumin: The Indian solid gold. Advances in Experimental Medicine and Biology*, 595, 1-75.
- Akhondzadeh, S., Naghavi, H. R., Vazirian, M., Shayeganpour, A., Rashidi, H., & Khani, M. (2001). *Passionflower in the treatment of generalized anxiety: a pilot double-blind randomized controlled trial with oxazepam. Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 26(5), 363-367.
- Asero, R. (2000). "Plant Food Allergens: A Concise Review." *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 10(2), 57-67.
- Auddy, B., et al. (2008). *A standardized Withania somnifera extract significantly reduces stress-related parameters in chronically stressed humans: A double-blind, randomized, placebo-controlled study. Journal of the American Nutraceutical Association*, 11(1), 50-56.
- Bailey, R. L., Gahche, J. J., Lentino, C. V., Dwyer, J. T., Engel, J. S., Thomas, P. R., ... & Picciano, M. F. (2011). Dietary supplement use in the United States, 2003–2006. *The Journal of Nutrition*, 141(2), 261-266.
- Barrett, B. (2003). *Medicinal properties of Echinacea: A critical review. Phytomedicine*, 10(1), 66-86.
- Baur, J.A., & Sinclair, D.A. (2006). *Therapeutic potential of resveratrol: the in vivo evidence. Nature Reviews Drug Discovery*, 5(6), 493-506.
- Bent, S. (2008). "Herbal medicine in the United States: review of efficacy, safety, and regulation." *Journal of General Internal Medicine*, 23(6), 854-859.



- Bent, S., Padula, A., Moore, D., Patterson, M., & Mehling, W. (2006). *Valerian for sleep: a systematic review and meta-analysis*. *American Journal of Medicine*, 119(12), 1005-1012.
- Bertuccioli, A., et al. (2019). *Curcumin and piperine: the keys to bioavailability*. *Journal of Applied Biomedicine*, 17(1), 7-11.
- Boy, H.I.A., et al. (2018). *The Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology of Echinacea*. *Phytotherapy Research*, 32(5), 817-826.
- Brima, E. I. (2017). *Toxic elements in different medicinal plants and the impact on human health*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10), 1209.
- Chandrasekhar, K., Kapoor, J., & Anishetty, S. (2012). *A prospective, randomized double-blind, placebo-controlled study of safety and efficacy of a high-concentration full-spectrum extract of ashwagandha root in reducing stress and anxiety in adults*. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 34(3), 255-262.
- Cohen, P. A. (2019). "The Supplement Paradox: Negligible Benefits, Robust Consumption." *JAMA Internal Medicine*, 179(7), 921-922.
- Cohen, P. A. (2020). "The FDA and Adulterated Supplements: Deregulatory Reform Needed." *New England Journal of Medicine*, 383(17), 1601-1603.
- Drewnowski, A., Nicklas, T.A., & O'Neil, C.E. (2014). The nutrient density approach to healthy eating: challenges and opportunities. *Public Health Nutrition*, 17(12), 2626-2636.
- Dwyer, J. T., Coates, P. M., & Smith, M. J. (2018). "Dietary supplements: regulatory challenges and research resources." *Nutrients*, 10(1), 41.
- Fernández-San-Martín, M. I., Masa-Font, R., Palacios-Soler, L., Sancho-Gómez, P., Calbó-Caldentey, C., & Flores-Mateo, G. (2010). *Effectiveness of Valerian on insomnia: a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials*. *Sleep Medicine*, 11(6), 505-511.
- Gaby, A. R. (2006). *Nutritional medicine*. Concord, NH: Fritz Perlberg Publishing.
- Gafner, S. (2018). *Herbal dietary supplements: contaminants and adulterants in a fast-growing global market*. *American Botanical Council*, 117, 44-53.



- Geller, A. I., Shehab, N., Weidle, N. J., Lovegrove, M. C., Wolpert, B. J., Timbo, B. B., ... & Budnitz, D. S. (2015). Emergency department visits for adverse events related to dietary supplements. *The New England Journal of Medicine*, 373(16), 1531-1540.
- Ghosh, R., Avula, B., & Smillie, T. J. (2013). "Quality standards of botanical dietary supplements." *Journal of AOAC International*, 96(6), 1383-1391.
- Gschwind, Y. J., Bridenbaugh, S. A., Reinhardt, J., & Kressig, R. W. (2017). *Ginkgo biloba extract and potential cognitive benefits in older adults. Current Topics in Nutraceutical Research*, 15(4), 167-173.
- Gupta, S.C., et al. (2013). *Therapeutic roles of curcumin: lessons learned from clinical trials. AAPS Journal*, 15(1), 195-218.
- Gurley, B. J., Gardner, S. F., & Hubbard, M. A. (2012). "Content versus label claims in ephedra-containing dietary supplements." *American Journal of Health-System Pharmacy*, 57(10), 963-969.
- Haahtela, T., Valovirta, E., & Kauppi, P. (2013). "The increasing burden of allergic diseases." *World Allergy Organization Journal*, 6(1), 1-4.
- Hathcock, J. N. (1997). *Vitamin and mineral safety*. Council for Responsible Nutrition.
- Hu, F. B., et al. (2019). *Dietary patterns and risk of cardiovascular diseases. Current Atherosclerosis Reports*, 21(9), 41.
- Hudson, J. (2011). *Echinacea: Perspectives on its potential therapeutic use. Journal of Herbal Medicine*, 1(2), 65-74.
- Izzo, A. A., & Ernst, E. (2009). *Interactions between herbal medicines and prescribed drugs: a systematic review. Drugs*, 69(13), 1777-1798.
- Kiefer, D., & Pantuso, T. (2003). *Panax ginseng. American Family Physician*, 68(8), 1539-1542.
- Kreider, R. B., et al. (2010). *ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(1), 7.
- Kren, V., & Walterová, D. (2005). *Silybin and silymarin--new effects and applications. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*, 149(1), 29-41.
- Lehoczki, A., Tarantini, S., & Varga, J.T. (2023). The Effectiveness of Supplementation with Key Vitamins, Minerals, Antioxidants and Specific Nutritional Supplements in COPD—A Review. *Nutrients*, 15(12), 2741.



- Liu, Y., et al. (2018). *Effects of age and dietary habits on nutrient absorption. Nutrient Journal*, 10(3), 101-112.
- Loguercio, C., & Festi, D. (2011). *Silybin and the liver: from basic research to clinical practice. World Journal of Gastroenterology*, 17(18), 2288-2301.
- Marcus, D. M., & Grollman, A. P. (2016). "The consequences of ineffective regulation of dietary supplements." *Archives of Internal Medicine*, 172(13), 1035-1045.
- Maron, D. F., & Ames, B. N. (2017). DNA damage and cancer risk in the context of nutraceuticals and dietary supplements. *Cancer Prevention Research*, 10(10), 553-560.
- Mazzanti, G., Di Sotto, A., & Vitalone, A. (2015). *Hepatotoxicity of green tea: an update. Archives of Toxicology*, 89(8), 1175-1191.
- Miyasaka, L. S., Atallah, A. N., Soares, B. G. O., & Valverde, J. R. (2007). *Passiflora for anxiety disorder. Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1), CD004518.
- Nair, A., et al. (2018). *Synergy of phytochemicals: The "entourage effect" and its importance in the holistic management of health. Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8(3), 362-367.
- Navarro, V. J., Khan, I., Björnsson, E., Seeff, L. B., Serrano, J., & Hoofnagle, J. H. (2017). "Liver injury from herbal and dietary supplements." *Hepatology*, 65(1), 363-373.
- Nicklas, T.A., Drewnowski, A., O'Neil, C.E. (2014). The nutrient density approach to healthy eating: challenges and opportunities. *Public Health Nutrition*. 17(12):2626-2636.
- Olsson, E.M., et al. (2009). *A randomised, double-blind, placebo-controlled, parallel-group study of the standardised extract SHR-5 of the roots of Rhodiola rosea in the treatment of subjects with stress-related fatigue. Planta Medica*, 75(2), 105-112.
- Panossian, A., & Wikman, G. (2010). *Effects of adaptogens on the central nervous system and the molecular mechanisms associated with their stress—protective activity. Pharmaceuticals*, 3(1), 188-224.
- Panossian, A., et al. (2008). *Adaptogens exert a stress-protective effect by modulation of expression of molecular chaperones. Phytomedicine*, 15(6-7), 639-647.



- Posadzki, P., Watson, L. K., & Ernst, E. (2013). "Herbal medicines: An overview of risks and benefits." *Journal of the Royal Society of Medicine*, 106(2), 45-52.
- Pumphrey, R. S. H. (2004). "Fatal posture in anaphylactic shock." *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 113(4), 451-452.
- Ratajczak, M. (2020). "Purity and safety of herbal products." *Pharmacognosy Reviews*, 14(28), 49-55.
- Reay, J.L., et al. (2005). *The effects of Panax ginseng on cognitive performance and mood during prolonged mental activity. Physiology & Behavior*, 83(5), 617-626.
- Ried, K., Fakler, P., & Stocks, N. P. (2016). *Effect of garlic on serum lipids: an updated meta-analysis. Nutrition Reviews*, 71(5), 282-299.
- Ronis, M. J. J., Pedersen, K. B., & Watt, J. (2018). Adverse effects of nutraceuticals and dietary supplements. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 58, 583-601.
- Shahali, Y. (2018). "Allergic reactions to plant compounds: An overview." *Plant Science Today*, 5(1), 35-40.
- Shi, S., & Klotz, U. (2012). "Drug interactions with herbal medicines." *Clinical Pharmacokinetics*, 51(2), 77-104.
- Shoba, G., et al. (1998). *Influence of piperine on the pharmacokinetics of curcumin in animals and human volunteers. Planta Medica*, 64(4), 353-356.
- Sicherer, S. H. (2011). "Epidemiology of food allergy." *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 127(3), 594-602.
- Singh, R., et al. (2017). *Turmeric (Curcuma longa) in health care management. Ayurveda*, 8(1), 1-10.
- Sprouse, A. A. (2016). "Herbal supplement-drug interactions." *The Journal of Clinical Pharmacology*, 56(2), 251-262.
- Stickel, F., & Shouval, D. (2015). *Hepatotoxicity of herbal and dietary supplements: an update. Archives of Toxicology*, 89(6), 851-865.
- Todorova, V. (2021). *Adaptogens: Stress-Relieving Herbs for Mental Clarity and Physical Stamina. Journal of Herbal Medicine*, 25(2), 123-135.
- Wang, W., et al. (2018). *Ginseng: A Panacea linking East Asia to the world. Chinese Medicine*, 13(1), 1-15.



Co-funded by
the European Union



- Ward E. (2014). Addressing nutritional gaps with multivitamin and mineral supplements. *Nutrition journal*, 13, 72. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-72>
- Weinmann, S., Roll, S., Schwarzbach, C., Vauth, C., & Willich, S. N. (2010). *Effects of Ginkgo biloba in dementia: systematic review and meta-analysis. BMC Geriatrics*, 10(1), 14.
- Wierzejska, R. (2021). Dietary supplements—regulations, risks, and responsibility. *Journal of Medical Regulatory Affairs*, 105(3), 45-58.
- Williamson, E. (2003). "Drug interactions between herbal and prescription medicines." *Drug Safety*, 26(15), 1075-1092.
- Winston, D., & Maimes, S. (2007). *Adaptogens: Herbs for Strength, Stamina, and Stress Relief*. Healing Arts Press.

