Original research

ARTA MEDICA
JOURNAL OF MEDICAL SCIENCES

CC BY SA · OPEN ACCESS

DOI: 10.5281/zenodo.23437919 · UDC: 615.281:[615.322:582.866]+579.869.1

POTENȚIALUL ANTIMICROBIAN AL EXTRACTULUI ȘI PULBERII DE CĂTINĂ ÎMPOTRIVA *LISTERIA MONOCYTOGENES*

ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF SEA BUCKTHORN EXTRACT AND POWDER AGAINST LISTERIA MONOCYTOGENES

Daniela Cojocari[1]*, Greta Bălan[1], Irina Dianu[2], Ionuț Avrămia[3], Ancuța Chetrariu[3], Adriana Dabija[3], Artur Macari[2]

[1] *Disciplina de microbiologie și imunologie, Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu", Chișinău, Republica Moldova*

[2] *Departamentul Tehnologia Produselor Alimentare, Universitatea Tehnică din Moldova, Chișinău, Republica Moldova*

[3] *Departamentul Tehnologii Alimentare, Siguranța Producției Alimentare și a Mediului, Universitatea „Ștefan cel Mare" din Suceava, Suceava, România*

*** Corresponding author:** daniela.cojocari@usmf.md

REZUMAT

Introducere. *Listeria monocytogenes* reprezintă unul dintre cei mai importanți agenți patogeni alimentari, fiind responsabilă de infecții severe asociate cu rate ridicate de spitalizare și mortalitate. În contextul interesului crescând pentru conservanții naturali, cătina este considerată o sursă valoroasă de compuși bioactivi cu potențial antimicrobian.

Scopul studiului. Evaluarea in vitro a activității antimicrobiene a extractului și pulberii de cătină asupra tulpinii *Listeria monocytogenes* ATCC 13932.

Materiale și metode. Activitatea antibacteriană a fost determinată prin metoda difuziei în agar (tehnica godeurilor), iar concentrația minimă inhibitorie (CMI) și concentrația minimă bactericidă (CMB) au fost stabilite prin metoda diluțiilor duble în bulion, conform recomandărilor CLSI.

Rezultate. Ambele produse au manifestat activitate antimicrobiană dependentă de concentrație. Extractul de cătină a prezentat zone de inhibiție cuprinse între 10,27 ± 0,31 mm și 23,33 ± 0,58 mm, superioare celor obținute pentru pulbere (8,0 ± 0,0 - 17,77 ± 0,25 mm). Valorile CMI și CMB pentru extract au fost de 8,0 mg/mL și, respectiv, 16,0 ± 0,0 mg/mL, în timp ce pentru pulbere acestea au fost de 64,00 mg/mL și 128,00 mg/mL.

Concluzii. Extractul de cătină a demonstrat o activitate antibacteriană mai mare decât pulberea, evidențiind potențialul acestei plante ca sursă naturală de compuși antimicrobieni pentru controlul contaminării cu *L. monocytogenes* și pentru producerea alimentelor cu siguranță microbiologică sporită.

Cuvinte-cheie: *Hippophae rhamnoides L.*, *Listeria monocytogenes*, activitate antimicrobiană

ABSTRACT

Introduction. *Listeria monocytogenes* is one of the most important foodborne pathogens, responsible for severe infections associated with high hospitalization and mortality rates. In the context of growing interest in natural preservatives, sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) is considered a valuable source of bioactive compounds with antimicrobial potential.

Aim of the study. To evaluate the in vitro antimicrobial activity of sea buckthorn extract and powder against *Listeria monocytogenes* ATCC 13932.

Materials and methods. Antibacterial activity was assessed using the agar well diffusion method, while the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) were determined by the twofold broth dilution method according to CLSI recommendations.

Results. Both products exhibited concentration-dependent antimicrobial activity. Sea buckthorn extract produced inhibition zones ranging from 10.27 ± 0.31 mm to 23.33 ± 0.58 mm, exceeding those obtained with sea buckthorn powder (8.0 ± 0.0 - 17.77 ± 0.25 mm). The MIC and MBC values for the extract were 8.0 mg/mL and 16.0 mg/mL, respectively, whereas the corresponding values for the powder were 64.00 mg/mL and 128.00 mg/mL.

Conclusions. Sea buckthorn extract demonstrated greater antibacterial activity than sea buckthorn powder, highlighting the potential of this plant as a natural source of antimicrobial compounds for controlling *L. monocytogenes* contamination and improving the microbiological safety of food products.
Keywords: *Hippophae rhamnoides L.*, *Listeria monocytogenes*, antimicrobial activity

Introducere

În cursul anului 2019, FoodNet a raportat 25.866 de cazuri de toxiinfecții alimentare, care au condus la 6.164 de spitalizări și 122 de decese [1]. Microorganisme precum *Salmonella, Listeria, Escherichia coli* și *Campylobacter* reprezintă principalii agenți etiologici ai toxiinfecțiilor alimentare în Statele Unite [2]. Contaminarea încrucișată cu agenți patogeni alimentari poate apărea în orice etapă a lanțului de producție alimentară. Din acest motiv, este necesară dezvoltarea continuă a strategiilor eficiente de intervenție pentru reducerea incidenței toxiinfecțiilor alimentare la om [3].

Cercetarea și inovarea în acest domeniu sunt esențiale, întrucât cerințele pieței de retail determină modificări continue ale tehnologiilor de producere alimentară, inclusiv în ceea ce privește ambalarea și conservarea produselor. De asemenea, agenții patogeni alimentari posedă capacitatea de adaptare și evoluție, ceea ce impune utilizarea unor strategii antimicrobiene variate, pentru menținerea eficienței acestora.

În acest context, dezvoltarea unor strategii cu bariere multiple împotriva diferiților agenți patogeni rămâne o provocare importantă pentru siguranța alimentară, inclusiv în industria produselor din carne [4].

Listeria monocytogenes este un agent patogen zoonotic extrem de virulent și reprezintă una dintre speciile de cea mai mare importanță pentru siguranța alimentară [5]. Consumul de carne contaminată cu L. monocytogenes poate duce la apariția listeriozei alimentare la om. Listerioza se caracterizează printr-o rată ridicată a mortalității, de peste 20% în rândul persoanelor infectate [6]. Deși reprezintă mai puțin de 2% din totalul bolilor transmise prin alimente, listerioza este responsabilă pentru aproximativ 40% dintre decesele asociate acestor infecții. De asemenea, prezintă cea mai mare rată de spitalizare (aproximativ 92% dintre cazuri) comparativ cu alte boli de origine alimentară. Anual, sunt raportate aproximativ 1.600 de cazuri și circa 260 de decese cauzate de această infecție [1].

Per total, listerioza continuă să fie una dintre infecțiile alimentare cu cel mai mare număr de cazuri fatale din Uniunea Europeană, în special în rândul persoanelor în vârstă. Datorită omniprezenței sale, *L. monocytogenes* poate fi găsită în produsele alimentare de-a lungul lanțului de producție alimentară, în producția primară, fabricare și distribuție, ducând la 1482 de infecții umane confirmate în UE în 2021. Aceste cazuri au dus la 923 de spitalizări și 196 de decese [7].

Listerioza afectează în principal tractul gastrointestinal, manifestându-se prin greață, diaree, vomă și cefalee. Grupele de populație cele mai vulnerabile includ vârstnicii, femeile însărcinate și persoanele imunocompromise [8].

Focarele de listerioză au fost asociate cu numeroase tipuri de alimente, însă majoritatea cazurilor provin din consumul de produse gata de consum (PGC), în special produse din carne. Mezelurile prezintă cel mai ridicat risc de asociere cu listerioza, deoarece pot susține supraviețuirea și chiar creșterea bacteriei în condiții obișnuite de refrigerare și au o durată de valabilitate relativ îndelungată comparativ cu alte produse PGC [9].

Cătina (*Hippophae rhamnoides L.*) este utilizată în medicina tradițională de către tibetani și mongoli de peste 2.000 de ani. În prezent, unul dintre cele mai importante domenii de utilizare, pe lângă producerea de preparate farmaceutice, îl reprezintă industria alimentară și cea a furajelor. Planta, în special fructele sale, este utilizată ca materie primă pentru obținerea alimentelor funcționale și a suplimentelor alimentare. De asemenea, acestea pot fi consumate cu succes de persoanele care promovează un stil de viață sănătos sau de cei interesați de prevenirea ori ameliorarea bolilor asociate alimentației [10, 11].

Fructele de cătină sunt apreciate pentru conținutul lor ridicat în nutrienți esențiali, precum aminoacizi, acizi grași polinesaturați (în special acid palmitoleic omega-7), vitamine (preponderent vitamina C și E), minerale, precum și o varietate de compuși bioactivi, flavonoidele și fitosterolii reprezentând principalele substanțe cu activitate biologică [12].

Beneficiile pentru sănătate sunt asociate cu activitatea antimicrobiană a fructelor, efectele antiinflamatorii, susținerea regenerării tisulare, efectele antitumorale, imunostimulatoare, precum și acțiuni antihiperlipidemice, de prevenire a steatozei hepatice și de accelerare a regenerării plăgilor [11].

Datorită conținutului bogat în substanțe bioactive cu efecte benefice asupra sănătății, fructele de cătină reprezintă o materie primă valoroasă pentru utilizarea într-o gamă largă de produse alimentare funcționale, disponibile în unele țări sub formă de oțet de fructe, iaurt cu cătină, lapte de soia fermentat cu cătină, lapte praf nutritiv cu cătină, iaurt probiotic sau băuturi probiotice cu cătină [12].

Scopul acestui studiu este evaluarea in vitro a efectului extractului și pulberii de cătină asupra *Listeria monocytogenes,* în vederea evidențierii potențialului lor antibacterian ca sursă naturală de compuși bioactivi.

Material și metode

Material vegetal

Pentru obținerea pulberii și a extractului hidroalcoolic de cătină a fost utilizată materie primă vegetală autohtonă, reprezentată de fructe mature de cătină (*Hippophae rhamnoides L.*). Fructele au fost recoltate în faza de maturitate deplină, în luna septembrie 2025, dintr-o plantație din satul Pohrebia, raionul Dubăsari, Republica Moldova. Eșantionarea fructelor a fost efectuată în conformitate cu standardul SM SR ISO 874:2006.

După recoltare, fructele au fost inspectate vizual, iar materialul deteriorat, contaminat sau necorespunzător a fost îndepărtat. Probele au fost transportate în recipiente curate, protejate de contaminare și de expunerea directă la lumină și au fost procesate în maximum 24 de ore de la recoltare.

Obținerea extractului hidroalcoolic

Materialul vegetal a fost uscat la temperatura de 40°C, într-o etuvă cu circulație de aer, până la atingerea unei mase constante, pentru reducerea umidității și limitarea degradării compușilor biologic activi. Ulterior, acesta a fost mărunțit și transformat într-o pulbere fină.

Pentru obținerea extractului hidroalcoolic, 50 g de pulbere vegetală au fost introduse într-un recipient de sticlă închis și au fost adăugate 500 ml de etanol 70% (v/v), preparat prin diluarea etanolului cu apă distilată. Astfel, raportul material vegetal:solvent a fost de 1:10 (g/ml).

Extracția a fost realizată prin macerare timp de 72 de ore, la temperatura de 22 ± 2 °C, recipientul fiind menținut într-un spațiu ferit de lumina directă. Amestecul a fost omogenizat prin agitare manuală sau mecanică timp de aproximativ 5 minute, de 2–3 ori pe zi, pentru a favoriza contactul dintre solvent și materialul vegetal și transferul compușilor biologic activi în faza lichidă.

După 72 de ore, amestecul a fost filtrat succesiv pentru îndepărtarea materialului vegetal solid, utilizând inițial hârtie de filtru și ulterior un filtru cu porozitate de aproximativ 0,45 μm, în condiții care au prevenit contaminarea extractului. Filtratul obținut a fost supus concentrării prin evaporare la presiune redusă, utilizând un evaporator rotativ, la o temperatură a băii de 40 °C, pentru îndepărtarea etanolului și reducerea riscului de degradare termică a compușilor activi. Evaporarea a fost continuată până la obținerea unui extract concentrat și îndepărtarea solventului volatil.

Extractul obținut a fost transferat în flacoane din sticlă brună, sterile, cu închidere etanșă, pentru protecția împotriva luminii și limitarea oxidării. Extractele au fost păstrate la 4 ± 2 °C, în întuneric, până la efectuarea testelor microbiologice. Pentru a minimiza modificările compoziției și degradarea compușilor biologic activi, extractele au fost utilizate în termen de maximum 14 zile de la preparare. Înainte de utilizare, extractele au fost aduse la temperatura camerei și omogenizate.

Obținerea pulberii de cătină

Fructele mature de cătină (*Hippophae rhamnoides L.*) au fost spălate de două ori cu apă distilată și lăsate la scurgere, după care excesul de apă de pe suprafață a fost îndepărtat cu ajutorul hârtiei de filtru.

Fructele au fost distribuite într-un singur strat pe tăvi curate și au fost preuscate la temperatura camerei (22 ± 2 °C), timp de 12 ore, într-un spațiu bine ventilat și protejat de lumina directă. Ulterior, fructele au fost supuse uscării într-o etuvă cu circulație forțată a aerului, la 40 ± 2 °C, până la atingerea masei constante. Procesul de uscare a durat aproximativ 72 de ore. Masa probelor a fost determinată periodic, la intervale de 6–8 ore, iar uscarea a fost considerată finalizată atunci când diferența dintre două cântăriri consecutive, efectuate la interval de 6 ore, nu a depășit 0,1% din masa probei.

După uscare, fructele au fost răcite la temperatura camerei într-un recipient închis, pentru evitarea absorbției umidității atmosferice. Materialul vegetal uscat a fost apoi mărunțit cu ajutorul unei mori de laborator, până la obținerea unei pulberi uniforme. Pentru asigurarea omogenității, pulberea a fost trecută printr-o sită cu diametrul ochiurilor de 0,5 mm.

Pulberea obținută a fost transferată în recipiente de sticlă brună, sterile, cu închidere ermetică, pentru protejarea împotriva luminii și umidității. Probele au fost păstrate la 4 ± 2 °C, în condiții de întuneric și umiditate redusă, până la prepararea extractului hidroalcoolic. Pulberea a fost utilizată pentru extracție în termen de maximum 30 de zile de la preparare.

Microorganisme testate

Activitatea antibacteriană a extractului și a pulberii de cătină a fost evaluată pe tulpina de referință *Listeria monocytogenes* ATCC 13932.

Testarea activității antimicrobiene prin metoda difuziei în agar (metoda godeurilor)

Activitatea antimicrobiană a extractelor vegetale a fost evaluată prin metoda difuziei în agar, utilizând tehnica godeurilor, pe baza principiilor metodologice descrise în literatura de specialitate [13], cu adaptări privind prepararea extractelor și condițiile experimentale.

Pentru realizarea testului, pe suprafața mediului agar Mueller–Hinton au fost realizate godeuri circulare cu diametrul de 6 mm, dispuse la o distanță de aproximativ 30 mm între centrele godeurilor și față de marginea plăcii Petri. Suprafața mediului a fost inoculată uniform cu suspensia microbiană standardizată, preparată din culturi pure de 18–24 de ore, cu turbiditatea ajustată la standardul 0,5 McFarland. În fiecare godeu au fost introduși câte 50 μL de preparat vegetal testat, la concentrații de 250; 125; 62,5 și 31,25 mg/mL.

După aplicarea extractelor, plăcile au fost menținute la 4 °C timp de 2 ore, pentru a favoriza difuzia compușilor în mediul de cultură înainte de incubare. Ulterior, plăcile au fost incubate aerob la 37 °C timp de 18–24 de ore. Activitatea antimicrobiană a fost evaluată prin măsurarea diametrului total al zonelor de inhibiție a creșterii microbiene, inclusiv diametrul godeului, utilizând un șubler electronic cu o precizie de 0,1 mm.

Determinările au fost efectuate în trei experimente independente (n = 3), iar rezultatele au fost exprimate ca medie ± deviație standard (SD), în milimetri.

Determinarea concentrației minime inhibitorii și minime bactericide

Concentrația minimă inhibitorie (CMI) și concentrația minimă bactericidă (CMB) au fost evaluate prin metoda macrodiluțiilor seriale în bulion, pe baza principiilor metodologice descrise de CLSI pentru bacterii (CLSI M07), cu adaptări privind prepararea extractelor vegetale, intervalul concentrațiilor testate și evaluarea efectului bactericid [14, 15].

Prepararea extractelor și a diluțiilor seriale. Pentru prepararea soluției-stoc, 5120 mg de extract uscat au fost

suspendate sau dizolvate în soluție fiziologică sterilă (0,9% NaCl), până la un volum final de 5,0 mL, obținându-se o concentrație nominală de 1024 mg/mL. Din preparatul-stoc au fost realizate diluții seriale binare în mediile nutritive corespunzătoare, astfel încât concentrațiile finale ale extractului în amestecul de testare să fie de 512; 256; 128; 64; 32; 16; 8; 4 și 2 mg/mL.

Determinarea CMI. Inoculul bacterian a fost preparat din culturi pure, proaspete, prin suspendarea coloniilor în soluție fiziologică sterilă (0,9% NaCl). Turbiditatea suspensiei a fost ajustată la standardul 0,5 McFarland, corespunzător unei concentrații aproximative de 1–2 × 10^8 UFC/ml. Suspensia a fost ulterior diluată în bulion Mueller–Hinton, pentru obținerea unei concentrații de aproximativ 1 × 10^6 UFC/mL înainte de amestecarea cu preparatele testate, astfel încât inoculul final să fie de aproximativ 5 × 10^5 UFC/mL.

Tuburile au fost incubate aerob la 37 °C timp de 24 de ore. CMI a fost definită ca fiind cea mai mică concentrație a extractului la care nu s-a evidențiat creștere bacteriană vizibilă, comparativ cu martorii corespunzători.

Determinarea CMB. Activitatea bactericidă a fost evaluată prin subcultivarea probelor provenite din tuburile fără creștere microbiană vizibilă, pe medii solide fără substanțe antimicrobiene, conform principiilor generale descrise pentru evaluarea activității microbicide.

Din fiecare tub fără creștere vizibilă au fost prelevate câte 100 μL de suspensie, care au fost însămânțate pe agar Mueller–Hinton. Plăcile au fost incubate la 37 °C timp de 18–24 de ore. După incubare, viabilitatea microorganismelor a fost evaluată prin numărarea coloniilor dezvoltate, rezultatele fiind exprimate în UFC.

CMB a fost definită ca fiind cea mai mică concentrație a compusului testat care a determinat o reducere de cel puțin 99,9% (≥3 $\log_{10}$) a numărului inițial de microorganisme viabile. Evaluarea efectului microbicid a luat în considerare numărul inițial de UFC, volumul însămânțat și posibilul efect antimicrobian rezidual al extractului transferat pe mediul solid.

Martori experimentali și reproductibilitate. Pentru controlul calității determinărilor au fost utilizați martori pozitivi și negativi. Cloramfenicolul a fost utilizat ca martor pozitiv pentru evaluarea activității antibacteriene, iar soluția fiziologică sterilă (0,9% NaCl), utilizată la prepararea extractelor, a constituit martorul negativ.

În cadrul determinărilor CMI și CMB au fost incluși martori de creștere (mediu nutritiv inoculat, fără extract), martori de sterilitate (mediu nutritiv neinoculat) și martori ai extractelor (mediu nutritiv cu extract, fără inocul), pentru identificarea eventualelor interferențe determinate de culoarea, turbiditatea sau precipitarea preparatelor vegetale.

Analiza statistică

Toate experimentele au fost efectuate în trei repetiții independente (n = 3). Datele cantitative obținute prin metoda difuziei în agar au fost exprimate ca medie aritmetică ± deviație standard (SD), în milimetri. Valorile concentrațiilor minime inhibitorii (CMI) și concentrațiilor minime bactericide (CMB) au fost prezentate în mg/mL, corespunzător concentrațiilor determinate experimental. Prelucrarea statistică descriptivă a datelor, inclusiv calcularea mediei aritmetice și a deviației standard, a fost realizată utilizând programul Microsoft Excel.

Rezultate

Activitatea antimicrobiană a extractului și pulberii de cătină (*Hippophae rhamnoides L.*) a fost evaluată prin metoda difuziei în agar. Efectul acestora asupra creșterii tulpinii *L. monocytogenes* ATCC 13932 a fost apreciat prin determinarea diametrului zonelor de inhibiție totală, obținute la diferite concentrații ale compușilor testați. Rezultatele sunt prezentate în Tabelul 1.

Analizând datele obținute, am constatat că ambele produse testate au manifestat efect inhibitor asupra creșterii bacteriene, intensitatea acestuia fiind dependentă de concentrație.

Extractul de cătină a demonstrat o activitate antimicrobiană superioară comparativ cu pulberea de cătină la toate concentrațiile investigate. La concentrația de 250 mg/mL, extractul a generat cea mai mare zonă de inhibiție, de 23,33 ± 0,58 mm, în timp ce pulberea de cătină a determinat o zonă de inhibiție de 17,77 ± 0,25 mm. Reducerea concentrației extractului la 125 mg/mL și 62,5 mg/mL a condus la diminuarea diametrului zonelor de inhibiție până la 19,57 ± 0,21 mm și, respectiv, 13,67 ± 0,12 mm. La cea mai mică concentrație testată (31,25 mg/mL), activitatea inhibitorie a extractului s-a menținut, fiind evidențiată printr-o zonă de inhibiție de 10,27 ± 0,31 mm.

În cazul pulberii de cătină, diametrul zonelor de inhibiție a variat între 17,77 ± 0,25 mm la concentrația de 250 mg/mL și 8,0 ± 0,0 mm la concentrația de 31,25 mg/mL. Similar extractului, s-a observat o reducere progresivă a efectului antimicrobian odată cu scăderea concentrației, valorile înregistrate fiind de 13,47 ± 0,12 mm la 125 mg/mL și 11,07 ± 0,12 mm la 62,5 mg/mL.

Ulterior, au fost determinate concentrațiile minime inhibitorii și concentrațiile minime bactericide ale pulberii și extractului de cătină față de tulpina *Listeria monocytogenes* ATCC 13932. Rezultatele au evidențiat o activitate

Tabelul 1. *Efectul extractului și pulberii de cătină asupra L. monocytogenes ATCC 13932, evaluat prin metoda difuziei în agar*

Material testat	250 mg/mL	125 mg/mL	62,5 mg/mL	31,25 mg/mL
Extract de cătină	23,33 ± 0,58	19,57 ± 0,21	13,67 ± 0,12	10,27 ± 0,31
Pulbere de cătină	17,77 ± 0,25	13,47 ± 0,12	11,07 ± 0,12	8,0 ± 0,0

Notă: *Valorile reprezintă diametrul zonei de inhibiție (mm), exprimat ca medie ± deviație standard (SD), n = 3.*

antibacteriană superioară a extractului comparativ cu pulberea de cătină, reflectată prin valori mai reduse ale CMI și CMB. Aceste constatări indică faptul că extractul a inhibat creșterea bacteriană și a exercitat un efect bactericid la concentrații mai mici decât cele necesare în cazul pulberii (Tabelul 2).

Tabelul 2. *Concentrațiile minime inhibitorii și bactericide față de Listeria monocytogenes ATCC 13932*

Material testat	CMI, mg/mL	CMB, mg/mL
Extract de cătină	8,0	16,0
Pulbere de cătină	64,0	128,0
Cloramfenicol	0,03	0,12

Notă: *Valorile reprezintă CMI și CMB, determinate în trei experimente independente (n = 3). În toate experimentele au fost obținute valori identice pentru fiecare preparat testat.*

Astfel, pentru extractul de cătină, concentrația minimă inhibitorie a fost de 8,0 mg/mL, iar concentrația minimă bactericidă a constituit 16,0 mg/mL. În schimb, pulberea de cătină a prezentat valori mult mai ridicate, cu o CMI de 64,0 mg/mL și o CMB de 128,0 mg/mL.

Comparativ cu extractul, pulberea de cătină a prezentat valori ale CMI și CMB de opt ori mai mari, evidențiind o activitate antibacteriană mai redusă în condițiile experimentale investigate.

Discuții

Creșterea interesului pentru conservanții naturali este determinată de preocupările consumatorilor privind siguranța aditivilor sintetici și de necesitatea dezvoltării unor strategii eficiente de control al microorganismelor patogene din alimente [16]. În acest context, cătina (*Hippophae rhamnoides L.*) reprezintă o sursă valoroasă de compuși bioactivi cu potențial antimicrobian, capabili să contribuie la îmbunătățirea siguranței alimentare. Acest aspect este deosebit de important în cazul *Listeria monocytogenes*, un agent patogen psihrotrof capabil să se multiplice la temperaturi de refrigerare și responsabil de numeroase toxiinfecții alimentare [17].

Rezultatele obținute confirmă faptul că eficacitatea antimicrobiană a produselor pe bază de cătină este dependentă atât de concentrația utilizată, cât și de forma de prezentare a produsului. Activitatea superioară a extractului hidroalcoolic comparativ cu pulberea ar putea fi asociată cu extracția și posibila disponibilitate mai mare în mediul de testare a compușilor fenolici, flavonoidelor și acizilor organici, care ar putea contribui la efectul antibacterian [18, 19].

Datele obținute sunt în concordanță cu cele raportate de Sandulachi și colab. [20], care au demonstrat o activitate inhibitorie mai pronunțată a extractului de cătină față de pulbere împotriva *L. monocytogenes* ATCC 19118 (tulpină provenită dintr-o sursă animală), diametrele zonelor de inhibiție fiind comparabile cu cele determinate în studiul de față. De asemenea, rezultatele susțin observațiile raportate în literatura de specialitate privind potențialul antimicrobian al cătinei asupra microorganismelor patogene de interes alimentar [21].

Valorile reduse ale CMI și CMB obținute pentru extractul de cătină indică activitatea sa antibacteriană în condițiile experimentale evaluate. Totuși, unele studii au raportat valori și mai mici ale CMI pentru extractele metanolice din frunze de cătină (125 μg/mL împotriva *L. monocytogenes*), diferențele fiind atribuite variațiilor privind partea plantei utilizate, solventul de extracție, metoda de preparare și compoziția fitochimică a extractelor [19]. Aceste aspecte evidențiază importanța standardizării procedeelor de obținere a extractelor vegetale pentru valorificarea optimă a proprietăților lor antimicrobiene.

În ansamblu, rezultatele sugerează potențialul extractului hidroalcoolic de cătină pentru cercetări ulterioare privind controlul *L. monocytogenes* în produse alimentare; eficacitatea în matrice alimentare reale necesită confirmare.

Concluzii

Rezultatele studiului demonstrează că atât extractul hidroalcoolic, cât și pulberea de cătină (*Hippophae rhamnoides L.*) posedă activitate antimicrobiană împotriva *Listeria monocytogenes*, efectul inhibitor fiind dependent de concentrația utilizată. Comparativ cu pulberea, extractul hidroalcoolic a prezentat o eficacitate antibacteriană superioară, evidențiată prin diametre mai mari ale zonelor de inhibiție și prin valori mai reduse ale concentrațiilor minime inhibitorii și bactericide. De asemenea, valorile CMI și CMB ale extractului au fost de aproximativ opt ori mai mici decât cele înregistrate pentru pulbere, sugerând o disponibilitate și o extracție mai eficientă a compușilor bioactivi cu proprietăți antimicrobiene. Aceste rezultate susțin potențialul extractului de cătină ca sursă naturală de agenți antimicrobieni, cu perspective de utilizare în industria alimentară pentru îmbunătățirea siguranței produselor și reducerea riscului de contaminare cu *L. monocytogenes*. Totuși, sunt necesare cercetări suplimentare pentru confirmarea eficacității în sisteme alimentare reale și pentru identificarea compușilor responsabili de activitatea antibacteriană observată.

Recepționat – *24.09.2026,* **acceptat pentru publicare** – *17.10.2026,* **publicat online** – *17.10.2026*
Contribuția autorilor: *Daniela Cojocari – conceptualizare, metodologie, investigație, resurse, gestionarea datelor, pregătirea versiunii inițiale a manuscrisului, revizuirea critică și editarea manuscrisului, vizualizare; Greta Bălan – conceptualizare, metodologie, investigație, gestionarea datelor, revizuirea critică și editarea manuscrisului, vizualizare; Irina Dianu – conceptualizare, metodologie, investigație, resurse, gestionarea datelor, pregătirea versiunii inițiale a manuscrisului, vizualizare; Ionuț Avrămia – conceptualizare, pregătirea versiunii inițiale a manuscrisului, vizualizare; Ancuța Chetrariu – conceptualizare, gestionarea datelor, pregătirea versiunii inițiale a manuscrisului; Adriana Dabija – conceptualizare, metodologie,*

revizuirea critică și editarea manuscrisului; Artur Macari – conceptualizare, resurse, gestionarea datelor, pregătirea versiunii inițiale a manuscrisului, revizuirea critică și editarea manuscrisului, vizualizare, supervizare, administrarea proiectului, obținerea finanțării. Toți autorii au citit și au aprobat versiunea finală a manuscrisului.

Declarația de finanțare: *Această cercetare a fost susținută de Ministerul Educației și Cercetării prin grantul CCDI–UEFISCDI, proiectul nr. PN-IV-PCB-ROMD-2024–0214, în cadrul PNCDI IV și NARD, contract nr. 25.80013.5107.29ROMD.*

Declarația de conflict de interese: *Autorii declară că nu există conflicte de interese în legătură cu această lucrare.*

Declarația de etică: *Studiul a inclus exclusiv experimente in vitro și nu a implicat participanți umani, date personale identificabile sau animale de laborator; aprobarea unui comitet de etică nu a fost necesară.*

Disponibilitatea datelor: *Datele care susțin rezultatele prezentate în acest articol sunt disponibile la autorul corespondent, la cerere justificată.*

Utilizarea instrumentelor de inteligență artificială: Autorii declară că nu au utilizat instrumente de inteligență artificială generativă pentru redactarea manuscrisului.

Consimțământ pentru participare și publicare: *Nu se aplică. Studiul a constat exclusiv în experimente in vitro, fără participanți umani și fără imagini identificabile ale unor persoane.*

Citare: *Cojocari D, Bălan G, Dianu I, et al. Potențialul antimicrobian al extractului și pulberii de cătină împotriva Listeria monocytogenes [Antimicrobial potential of sea buckthorn extract and powder against Listeria monocytogenes]. Arta Medica. 2026;101(4):e2026406. doi: 10.5281/zenodo.23437919*

Informație despre autori: *Daniela Cojocari - https://orcid.org/0000-0003-0445-2883 ; Greta Bălan - https://orcid.org/0000-0003-3704-3584 ; Irina Dianu - https://orcid.org/0000-0001-8632-8987 ; Ionuț Avrămia - https://orcid.org/0000-0003-3409-6269 ; Ancuța Chetrariu - https://orcid.org/0000-0001-5594-8665 ; Adriana Dabija - https://orcid.org/0000-0002-1877-9142 ; Artur Macari - https://orcid.org/0000-0003-4163-3771*

Bibliografie

1. Tack DM, Ray L, Griffin PM, et al. Preliminary incidence and trends of infections with pathogens transmitted commonly through food—Foodborne Diseases Active Surveillance Network, 10 U.S. sites, 2016–2019. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2020;69:509–514. doi:10.15585/mmwr.mm6917a1
2. Heredia N, Garcia S. Animals as sources of foodborne pathogens: A review. Anim Nutr. 2018;4:250–255. doi:10.1016/j.aninu.2018.04.006
3. Cojocari D, Balan G. Analiza riscurilor de contaminare microbiană a produselor alimentare. In: Sturza R, Ghendov-Moșanu A, eds. Analiza riscurilor asociate alimentației în Republica Moldova. Republic of Moldova; 2023:142–165. ISBN: 978-9975-45-982-2.
4. Cojocari D, Sturza R, Sandulachi E, Macari A, Balan G, Ghendov-Moșanu A. Inhibiting of accidental pathogenic microbiota in meat products with berry powders. J Eng Sci. 2019;26(1):114–122. doi:10.5281/zenodo.2640056
5. Zhu L, Zeng J, Wang C, Wang J. Structural basis of pore formation in the mannose phosphotransferase system (man-PTS) by pediocin PA-1. Appl Environ Microbiol. 2021;87(8):e01992–21. doi:10.1128/AEM.01992-21
6. Hernandez-Milian A, Payeras-Cifre A. What is new in listeriosis? Biomed Res Int. 2014;2014:358051. doi:10.1155/2014/358051
7. Ricci A, Lazzi C, Bernini V. Natural antimicrobials: A reservoir to contrast Listeria monocytogenes. Microorganisms. 2023;11(10):2568. doi:10.3390/microorganisms11102568
8. Mehmood H, Marwat A, Khan N. Invasive Listeria monocytogenes gastroenteritis leading to stupor, bacteremia, fever, and diarrhea: A rare life-threatening condition. J Investig Med High Impact Case Rep. 2017;5:2324709617707978. doi:10.1177/2324709617707978
9. Sampedro F, Pérez-Rodríguez F, Servadio J, Gummalla S, Hedberg C. Quantitative risk assessment model to investigate the public health impact of varying Listeria monocytogenes allowable levels in different food commodities: A retrospective analysis. Int J Food Microbiol. 2022;383:109932. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109932
10. Rajkowska K, Rykała E, Czyżowska A. Antibacterial effect of sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) fruit extract on radish seeds prior to sprouting. Pol J Food Nutr Sci. 2024;74(2):120–129. doi:10.31883/pjfns/186717
11. Jaśniewska A, Diowksz A. Wide spectrum of active compounds in sea buckthorn (Hippophae rhamnoides) for disease prevention and food production. Antioxidants (Basel). 2021;10(8):1279. doi:10.3390/antiox10081279
12. Chen S, Wang X, Cheng Y, Gao H, Chen X. A review of classification, biosynthesis, biological activities and potential applications of flavonoids. Molecules. 2023;28(13):4982. doi:10.3390/molecules28134982
13. Balouiri M, Sadiki M, Ibnsouda SK. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: a review. J Pharm Anal. 2016;6(2):71-79. doi:10.1016/j.jpha.2015.11.005.
14. Clinical and Laboratory Standards Institute. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically. 12th ed. CLSI standard M07. Clinical and Laboratory Standards Institute; 2024.
15. Clinical and Laboratory Standards Institute. Methods for Determining Bactericidal Activity of Antimicrobial Agents. CLSI guideline M26-A. Clinical and Laboratory Standards Institute; 1999.
16. Vågsholm I, Arzoomand N, Boqvist S. Food security, safety, and sustainability - Getting the trade-offs right. Front Sustain Food Syst. 2020;4:16. doi:10.3389/fsufs.2020.00016
17. Puupponen-Pimiä R, Nohynek L, Alakomi HL, Oksman-Caldentey KM. The action of berry phenolics against human intestinal pathogens. Biofactors. 2005;23(4):243–251. doi:10.1002/biof.5520230410

18. Romha G, Gebremedhin S, Admasu B, et al. Antibacterial activities of five medicinal plants in Ethiopia against some human and animal pathogens. Evid Based Complement Alternat Med. 2018;2018:2950758. doi:10.1155/2018/2950758
19. Arora R, Mundra S, Yadav A, Ravi RB, Srivastava RB, Stobdan T. Antimicrobial activity of seed, pomace and leaf extracts of sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) against foodborne and food spoilage pathogens. Afr J Biotechnol. 2012;11(45):10424–10430. doi:10.5897/AJB11.4150
20. Sandulachi E, Cojocari D, Balan G, Ghendov-Moșanu A, Sturza R. Antimicrobial effects of berries on Listeria monocytogenes. Food Nutr Sci. 2020;11:873–886. doi:10.4236/fns.2020.119061
21. Żuchowski J. Phytochemistry and pharmacology of sea buckthorn (Elaeagnus rhamnoides; syn. Hippophae rhamnoides): progress from 2010 to 2021. Phytochem Rev. 2023;22(1):3–33. doi:10.1007/s11101-022-09832-1