TEZA DE DOCTORAT

Explorarea profilului fizico-chimic și a activității compușilor individuali ai mierii provenite din planta *Fallopia japonica* cu scopul valorificării eficiente a potențialului său biologic activ și melifer

(REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT)

Doctorand **Alexandra-Antonia Cucu**

Conducător de doctorat **Prof. univ. dr. Daniel Severus Dezmirean**

INTRODUCERE

Plantele au avut întotdeauna un rol esențial în alimentație și sănătate datorită beneficiilor lor nutriționale și terapeutice (Atazadegan et al., 2021). Ultimele decenii au fost martore ale unui interes științific constant pentru plantele medicinale, produsele natural sau apiterapie, care oferă componente esențiale cu valoare nutrițională și impact pozitiv asupra sănătății fizice și mentale a omului (Santini & Novellino, 2014).

Fallopia japonica (F. japonica), face parte din familia *Polygonaceae*, cunoscută și ca *Reynoutria japonica* sau *Polygonum cuspidatum* este o plantă invazivă originară din Asia și America de Nord, larg recunoscută pentru atributele sale farmacologice (Dong et al., 2014). Acest ultim aspect este subliniat de studiile care au caracterizat compoziția chimică a diferitelor părți anatomice ale plantei *F. japonica*, dezvăluind o gamă largă de compuși bioactivi diferiți (în special resveratrol), cunoscuți pentru efectul lor farmacologic (Bensa et al., 2020; Glavnik & Vovk, 2020; Lachowicz & Oszmianski, 2019; Nawrot-Hadzik et al., 2018). Mai mult, planta reprezintă o sursă bogată de nectar pentru insectele polenizatoare, precum albina (Cucu et al. 2021).

Cu toate acestea, cunoștințele actuale referitoare la mierea provenită din nectarul de *F. japonica* sunt deosebit de limitate. Prin urmare, prezenta cercetare contribuie cu informații valoroase într-un domeniu de studiu care a primit o atenție limitată până în acest moment, punând bazele viitoarelor investigații legate de cercetările privind caracterizarea acestui sort distinct de miere care rămâne relativ necunoscută multor apicultori datorită perioadei târzii de înflorire a plantei și a tendințelor sale invazive.

Utilizarea acestei plante în scopuri pozitive, cum ar fi apicultura sau medicina alternative (apiterapie), reprezintă o modalitate inovatoare de reducere a impactului său negativ și permite abordarea unor noi perspective asupra managementului durabil al zonelor invadate prin crearea de produse cu valoare adăugată.

Prezenta cercetare are un număr de 150 pagini și este structurată pe două secțiuni distincte, respectiv "Stadiul actual al cunoașterii", care scoate în evidență cunoștințele, informațiile și limitările referitoare la domeniului cercetat și secțiunea "Contribuția personală", unde sunt trecute în revistă rezultatele cerecetării efectuate. Astfel, prima secțiune este structurată în două capitole și anume: "**Capitolul 1**. Miere-noțiuni generale" și "**Capitolul 2**. Planta *F. japonica* descriere, caracteristici și potential melifer", iar cea de-a doua secțiune a tezei cuprinde șase capitole: "**Capitolul 3**. Obiectivele cercetării", "**Capitolul 4**. Particularitățile zonelor experimentale", "**Capitolul 5**. Materiale și metode utilizate în cercetare", "**Capitolul 6.** Rezultate și discuții", "**Capitolul 7.** Concluzii și recomandări" și "**Capitolul 8**. Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei".

1. Mierea – noțiuni generale

În cadrul acestui capitol sunt prezentate informații legate de compoziția complexă și unică a mierii, precum și informații legate de proprietățile terapeutice, autenticitatea, procesarea și falsificarea acesteia.

2. Planta *Fallopia japonica (F. japonica)* - descriere, caracteristici și potențial apicol

Acest capitol prezintă o scurtă descriere a plantei *F. japonica*, a constituenților săi chimici și a proprietăților sale farmacologice. Totodată, prezentul capitol are în vedere potențialul melifer al plantei prin caracterizarea mierii produse din această planta și compararea ei cu sorturi de miere din aceeași familie botanică.

3. Obiectivele cercetării

Scopul principal al prezentei teze vizează **identificarea proprietăților fizico-chimice și a efectelor terapeutice ale mierii provenite din planta *F. japonica*, în vederea valorificării potențialului său biologic activ și melifer.**

În acest sens, direcțiile de cercetare au avut în vedere următoarele **obiective**: "3.1 Realizarea profilului fizico-chimic al mierii obținute din planta *F. japonica*", "3.2 Evaluarea macro-elementelor, micro-elementelor și a metalelor grele din planta *F. japonica* și translocarea lor în miere", "3.3 Identificarea și cuantificarea compușilor biologic active (compuși fenolici individuali) prezenți în planta și mierea de *F. japonica*", "3.4. Determinarea capacității antioxidante a planetei și a mierii de *F. japonica*", "3.5. Determinarea activității antibacteriene și antibiofilm a plantei și a mierii de *F. japonica*".

4. Particularitățile zonelor experimentale

Zonele experimentale pentru acest studiu a fost Nord-Vestul și Vestul României, și anume trei zone diferite: (1) zona Merișor, județul Maramureș (47°39′25.2″N 23°24′06.7″E) la confluența hidrografică a râurilor Lapuș și Someș, depresiunea Baia Mare; (2) Zona Valea Vinului, județul Satu Mare (47°43′46,9″ N 23°10′26,3″E) în lunca râului Someș; (3) Zona Bocsig, județul Arad (46°25′50,4″ N 21°57′47,3″E) în lunca râului Crișul Alb.

5. Materiale și metode utilizate în cercetare

În cadrul acestu capitol sunt prezentate date referitoare la probele de plantă și miere utilizate în această cercetare, respectiv compușii chimici utiliați, metodele de analiză și echipamentele folosite pentru atingerea obiectivelor propuse.

Toate experimentele prezentei teze au fost realizate la Centrul de Cercetare Avansată și Extensie în Apicultură (APHIS-DIA) al Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca, sub îndrumarea prof. dr. Daniel Severus Dezmirean și a echipei de cercetători.

6. Rezultate şi discuţii

6.1. Rezultate privind profilului fizico-chimic al mierii obţinute din planta *Fallopia japonica*

6.1.1. Evaluarea melisopalinologică

Analiza melisopaliologică a fost efectuată pentru fiecare regiune separat. În urma analizei melisopalinologice, a devenit evident că cele trei regiuni se disting prin diferitele tipuri de polen identificate alături de polenul de *Fallopia*. Niciunul dintre tipurile de polen identificate din probele analizate nu a constituit o majoritate (>45%).

6.1.2. Evaluarea senzorială

Toate probele au prezentat un aspect curat, fără impurităţi, consistenţa a variat de la fluid-vâscoasă la fin-cristalizată, culoare maro caramel cu unele nuanţe maro-roşiatice, o aromă generală de conifere, florală sau vegetală, un miros şi un gust mediu dulce, cu o persistenţă metalică şi răcoritoare de mentă proaspătă.

6.1.3. Evaluarea fizico-chimică

Constatările privind parametrii fizico-chimici analizaţi în cele 9 probe de miere de *F. japonica* din cele trei zone diferite ale României (Merişor, Valea Vinului şi Bocsig) sunt prezentate în **Figura 1.**

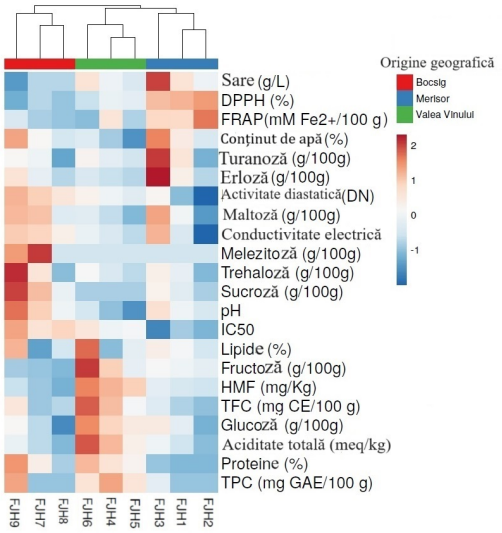

Figura 1. Vizualizarea hartă termică şi a analizei cluster a rezultatelor fizico-chimice, a compuşilor fenolici şi a activităţilor antioxidante în probele de miere de *F. japonica*. Coloanele indică probele de miere de *F. japonica* în funcţie de locurile lor de colectare, în timp ce rândurile reprezintă parametrii fizico-chimici evaluaţi şi activităţile antioxidante. Pe baza rezultatelor detectate, celulele sunt evidenţiate în consecinţă, albastrul denotă o asociere negativă şi roşu denotă o asociere pozitivă semnificativă, (Sursa: original).

Primul cluster evidenţiază gruparea probelor colectate din zona Bocsig, care a prezentat niveluri ridicate de melezitoză, trehaloză, zaharoză şi pH, în special în cazul probelor FJH7 şi FJH9. Niveluri inhibitorii semnificative (IC_{50}) au fost înregistrate în toate probele. Dimpotrivă, probele din zona Bocsig au prezentat niveluri relativ mai scăzute de glucoză şi turanoză. În al 2-lea grup, probele din zona Valea Vinului au prezentat asemănări şi niveluri ridicate de fructoză, glucoză, HMF şi aciditate totală, în ceea ce priveşte probele FJH4 şi FJH6. În clusterul final, probele din zona Merişor au

prezentat activitate diastazică și conductivitate electrică relativ reduse, în special în ceea ce privește proba FJH2.

6.2. Rezultate privind determinarea compoziției macro-elementelor, micro-elementelor și a metalelor grele din planta și mierea de *F. japonica*

Dintre macro-elemente din țesuturile plantei, Ca a avut cea mai mare pondere, urmat de K și Mg. Zona Valea Vinului a avut cea mai mare concentrație de Mg și Ca în părțile de tulpină, în timp ce în rădăcini și în rizomi Ca nu a fost detectat. Referitor la micro-elementele, Cu a prezentat cel mai mare conținut în zona Merișor, pentru rădăcini, iar cea mai scăzută concentrație a fost observată în rizomi și tulpini (Valea Vinului și Bocsig). Fe a avut diferențe semnificative între țesuturile plantelor din toate cele trei zone. Mn a avut valori mai mari în tulpina din Valea Vinului. O valoare mare a fost detectată și în Merișor pentru Se în tulpini. Rezultatele cercetării au arătat variații ale conținutului de metale grele în țesuturile plantei *F. japonica*, dar și în zonele experimentale. Valea Vinului a prezentat, în general, cea mai mare concentrație de metale grele.

Pentru miere, atât cel mai înalt (Ca), cât și cel mai scăzut (Mg) nivel de macro-elemente au fost obținute în probele colectate din aceeași zonă experimentală (Bocsig). Ordinea descrescătoare a micro-elementelor în mierea de *F. japonica* este următoarea: Fe>Mn>Cu>Se. Valorile prezentate pentru toate metalele grele nu depășesc 1 mg/kg; prin urmare, acestea sunt în conformitate cu pragurile impuse de UE. Cea mai mare pondere a elementelor nocive găsite în miere a fost observată pentru Ni în probele din zona Merișor, în timp ce Pb nu a fost detectat în nicio probă de miere analizată.

6.2.3. Trasabilitatea macro-elementelor, micro-elementelor și a metalelor grele în interacțiunea plantă-miere de *F. japonica* (factorul de translocare -TF)

Rezultatele obținute pentru TF indică un potențial de translocare puternic în cazul Mg pentru toate cele trei zone investigate și pentru Se și K în zona Merișor, unde datele depășesc valoarea de referință TF (TF>1). În schimb, valorile celorlalte elemente au fost sub valoarea de referință (TF<1) indicând faptul că transferul acestora din părțile aeriene ale plantei *F. japonica* în miere urmează o tendință descendentă: Mg>Se>K>Ca>Ni>Mn>Cr>Fe>Cu >Cd>Pb.

6.3. Rezultate privind TPC, TFC și a capacității antioxidante a plantei și a mierii de *F. japonica*

Rezultatele din Figura 2 au evidențiat o activitate antioxidantă semnificativă, cu un procent de inhibiție cuprins între 93,66% (IC_{50}-5,31) (rădăcina plantelor colectate din zona Merișor) și 16,09% (IC_{50}-30,70) (tuplina plantelor colectate din zona Bocsig).

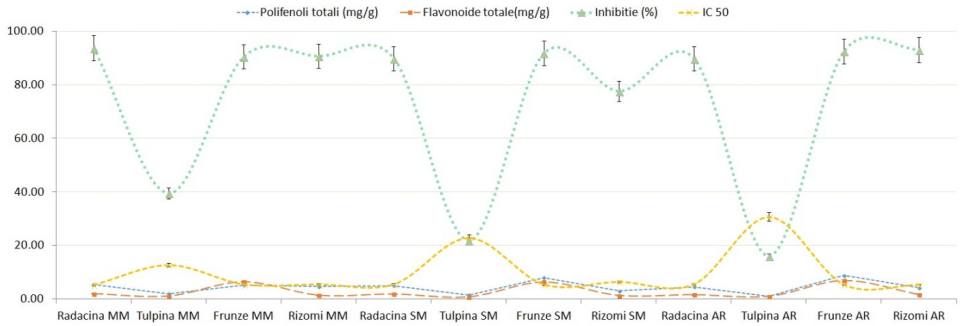

Figura 2. Conținutul în compuși polifenolici totali, concentratia inhibitoare (IC_{50}) și procentul de inhibiție a extractelor obținute din diferite părți anatomice ale plantelor colectate din diferite zone ale judetelor Maramureș (MM), Satu Mare (SM) și Arad (AR), (Sursa: original).

Conținutul polifenolic total (TPC) împreună cu conținutul total de flavonoide (TFC) și potențialul antioxidant al celor nouă probe de miere de *F. japonica* pot fi vizualizate în Tabelul 1.

Tabelul 1. Conținutul TPC, TFC și capacitatea antioxidantă a mierii de F. japonica din cele trei zone experimentale

Parametru	FJH1	FJH2	FJH3	Zona Merișor	FJH4	FJH5	FJH6	Zona Valea Vinului	FJH7	FJH8	FJH9	Zona Bocsig
TPC (mg GAE/100 g)	90.12± 0.10^{d}	90.23± 0.95^{d}	99.79± 1.01^{c}	93.38± 5.55A	120.08 ± 0.62^{a}	110.24± 0.46^{b}	110.71± 0.85^{bc}	113.67± 25.55A	89.87± 0.95^{d}	89.92± 0.79^{d}	119.88± 0.82^{a}	99.89±17.31A
TFC (mg CE/100 g)	19.71± 1.23	18.13± 0.22^{fe}	23.13± 0.20^{d}	20.32± 2.55A	33.75± 0.73b	26.25± 0.40^{c}	39.38± 0.49^{a}	33.12± 6.58A	18.75± 0.38^{ef}	20.17± 0.47^{e}	29.78± 0.98^{c}	22.90±6.00A
Activitate antioxidantă												
DPPH (%)	54.00± 2.12^{ab}	55.87± 0.36^{a}	53.40± 2.36^{b}	54.42± 1.28A	44.09± 0.26^{c}	43.16± 0.32^{c}	40.09± 0.42^{d}	42.44± 2.09B	39.31± 0.20^{d}	37.69± 0.80^{e}	35.41± 0.15^{f}	37.46±1.95C
IC_{50}	9.9.44 ±0.35^{d}	8.88± 0.10^{e}	7.83± 0.18^{f}	8.71± 0.81B	11.30± 0.09^{c}	11.49± 0.11^{c}	12.54± 0.13^{b}	12.53± 0.72A	12.74± 0.07^{b}	13.27± 0.28^{ab}	14.15± 0.06^{a}	13.38±0.71A
FRAP(mM Fe2+/100 g miere/miere)	1.88± 0.07^{b}	2.32± 0.10^{a}	1.91± 0.08^{b}	2.03± 0.24A	1.78± 0.06^{c}	1.09± 0.09^{e}	0.97± 0.10^{f}	1.28± 0.43B	1.07± 0.05^{e}	1.00± 0.02^{f}	1.28± 0.09^{d}	1.11±0.14B

Datele sunt prezentate ca medie a trei determinări ± eroare standard (n=3). Litere minuscule diferite din același rând reprezintă diferențe semnificative între acumularea de compuși fenolici și capacitatea antioxidantă a probelor în funcție de regiunile de colectare. Diferitele litere majuscule denotă diferențe semnificative în funcție de zonele experimentale.

6.4. Rezultate privind identificarea și cuantificarea compușilor fenolici individuali prezenți în planta și mierea de *F. japonica*

Un total de 20 de compuși fenolici, dintre care 8 acizi fenolici (acid protocatecuic, acidul p-hidorxibenzoic, acidul vanilic, acidul clorogenic, acidul cafeic, acidul p-cumaric, acidul ferulic și acidul rosmarinic), 10 flavonoide (catechina, epicatechina, rutina, naringina, quercitrina, izoquercitrina, quercetina, kaempferolul, naringenina și apigenina), 1 aldehidă fenolică (vanilina) și 1 stilbenă (reveratrolul), au fost identificați în țesuturilor plantelor de *F. japonica*.

În cazul mierii s-au identificat 15 compuşi fenolici şi anume 9 acizi fenolici (acid galic, acidul p-hidroxibenzoic, acidul vanilic, acidul clorogenic, acidul cafeic, acidul siringic, acidul p-cumaric, acidul ferulic şi acidul rosmarinic), 5 flavonoide (quercitrina, quercetina, naringenina, kaempferolul şi galangina) şi 1 stilbenă (resveratrolul).

6.5. Rezultate privind determinarea activităţii antibacteriene şi antibiofilm a plantei şi a mierii de *F. japonica*

Mecanismele antibacteriene ale diferitelor ţesuturi de plante *F. japonica* şi ale probelor de miere au fost testate împotriva bacteriilor Gram-pozitive (*S. aureus, B. cereus, E. faecalis*), a bacteriilor Gram-negative (E*. coli, P. aeruginosa, S. enteritidis*), precum şi a drojdiei (*C. albicans*) fiind prezentate în Figurile 3-4.

S-a observat o discriminare clară între ţesuturile vegetale ale plantei şi regiunea de colectare (Figura 3). Probele din zona Bocsig au arătat acumulări semnificative de compuşi bioactivi, dar activităţi inhibitoare moderate (*S. aureus*, *S. enteritidis* şi *P. aeruginosa)*. Probele din Arad au arătat un potenţial inhibitor semnificativ împotriva *E. coli, S. aureus* şi *S. enteridis* (frunze), iar extractele din tulpini au prezentat o inhibiţie moderată împotriva *S. aureus, E. coli, E. fecalis* şi *P. aeruginosa* (zona Merişor şi Valea Vinului).

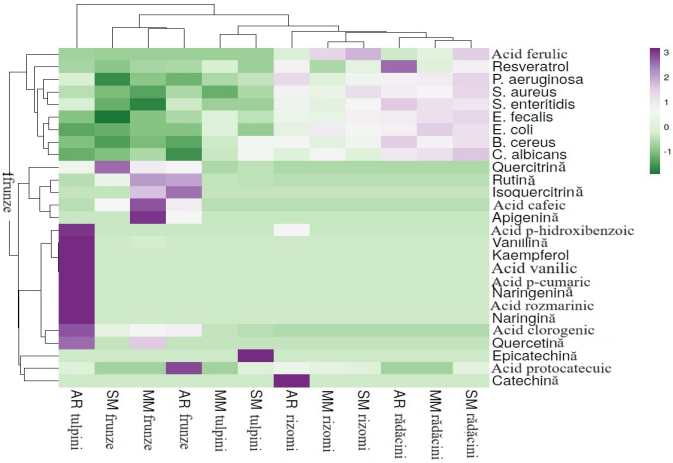

Figura 3. Harta termică a extractelor de plantă *F. japonica* a identificat compuşi fenolici şi activităţi inhibitoare împotriva mai multor microorganisme. Rândurile sunt reprezentate de compuşii fenolici individuali şi tulpinile bacteriene, în timp ce coloanele indică ţesuturile vegetale evaluate în funcţie de zona lor de colectare. Celulele sunt evidenţiate în funcţie de influenţa atât a componentelor fenolice, cât şi a microorganismelor, unde o nuanţă violet intensă denotă o asociere pozitivă semnificativă şi o nuanţă verde intensă denotă o asociere negativă semnificativă. MM – Maramureş; SM-Satu Mare, AR-Arad), (Sursa: original).

În ceea ce priveşte probele de miere (Figura 4), o probă din zona Bocsig (FJH7) şi două din zona Merişor (respectiv FJH1−2) s-au dovedit a avea acumulări distincte în compuşi fenolici comparativ cu celelalte probe de miere studiate. Proba recoltată din zona Bocsig (FJH7) a evidenţiat niveluri crescute de acid galic şi acid p-hidroxibenzoic, aşa cum se observă prin valorile pozitive evidenţiate conform scorului

de importanță. Interesant, deși acizii fenolici au fost acumulați în cantități destul de reduse în proba menționată, aceasta a prezentat o activitate inhibitorie semnificativă împotriva tuturor tulpinilor bacteriene testate.

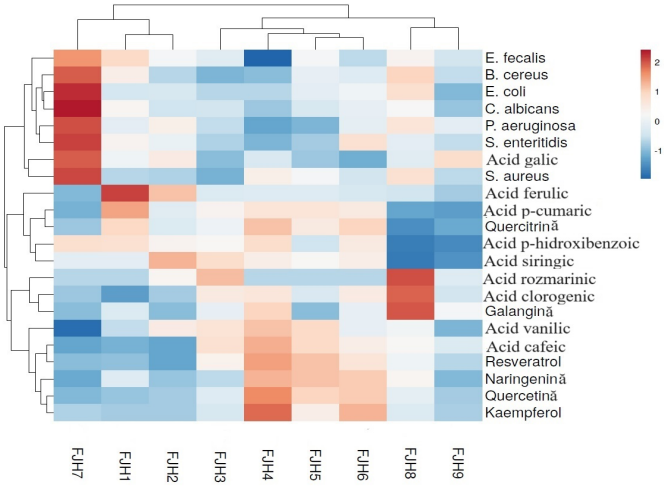

Figura 4. Harta termică a extractelor de miere de *F. japonica* a identificat compuşi fenolici şi activităţi inhibitoare împotriva tulpinilor bacteriene evaluate. Rândurile sunt reprezentate de compuşii fenolici individuali şi de microorganisme, în timp ce coloanele indică probele de miere evaluate în funcţie de zona lor de colectare. Celulele sunt evidenţiate în funcţie de influenţa atât a componentelor fenolice, cât şi a microorganismelor, unde o nuanţă de roşu intens denotă o asociere pozitivă semnificativă şi o nuanţă de albastru intens denotă o asociere negativă semnificativă. FJH1-3 (probele de miere din zona Merişor), FJH4-6 (probele de miere din zona Valea Vinului), FJH7-9 (probele de miere din zona Bocsig), (Sursa: original).

Probele din zona Merişor (FJH1-2) au prezentat capacităţi inhibitorii puternice, în special în ceea ce priveşte S. *aureus, E. fecalis, P. aeruginosa* şi *S. enteridis*. Proba 3 din zona Merişor (FJH3) s-a poziţionat colectiv în acelaşi sub-cluster cu probele din Valea Vinului (FJH4−6). Aceste probe au prezentat asemănări în acumularea anumitor compuşi fenolici (respectiv acid cafeic, acid clorogenic, acid siringic, acid vanilic şi resveratrol). În plus, probele din Valea Vinului au acumulat o cantitate considerabilă de flavonoide (precum kaempferol, naringenină, quercitină şi quercitrină). În mod surprinzător, în ciuda faptului că proba 1 din zona Valea Vinului (FJH4) a prezentat o acumulare considerabilă de constituenţi fenolici relevanţi, aceasta a înregistrat o activitate antimicrobiană semnificativ redusă, în special împotriva *E. fecalis.* Sub-clusterul următor, a grupat celelalte probe din zona Bocsig (FJH8-9) care, ca şi în cazul primei probe (FJH7), au prezentat o activitate antimicrobiană crescută împotriva tulpinilor bacteriene testate.

6.6. Rezultate privind activitatea antibiofilm a plantei şi a mierii de *F. japonica*

Relaţiile dintre eradicarea biofilmului după tratamentul cu extracte din ţesuturi vegetale şi extracte din miere pot fi observate în Figura 5 A şi B.

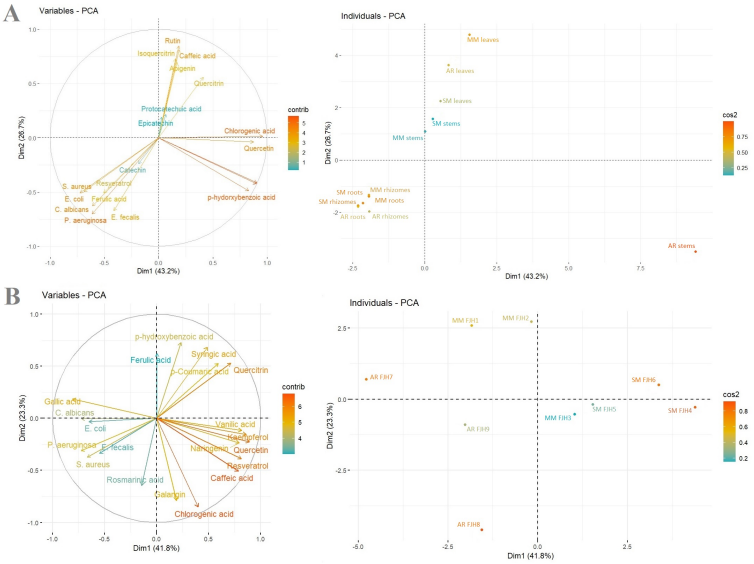

Figura 5. Vizualizări PCA ale plantelor (A) şi extractelor de miere (B) şi relaţia dintre capacitatea de eradicare a biofilmului (MIC x 4) şi compuşii polifenolici individuali. Primele două dimensiuni ale extractelor din plante au explicat 69,9% din varianţa totală. În ceea ce priveşte probele de miere, primele dimensiuni au explicat 65,1% din varianţa totală. FJH1-3 (probele de miere din zona Merişor), FJH4-6 (probele de miere din zona Valea Vinului), FJH7-9 (probele de miere din zona Bocsig), (Sursa: original).

Extractele de ţesut vegetal ale plantei *F. japonica* au evidenţiat discrepanţe în ceea ce priveşte capacităţile lor de eradicare a biofilmului, influenţate de cantitatea de compuşi fenolici acumulaţi în diferitele părţi ale plantei (Figura 5 A). Cadranele 1 şi 2 superioare au evidenţiat modelul de grupare a extractelor de frunze şi a extractelor de tulpini din zonele Merişor şi Valea Vinului. Referitor la ţesuturile frunzelor din zona Merişor, eradicarea biofilmului a fost influenţată de acumularea în aceste ţesuturi a acizilor fenolici (acidul cafeic) şi flavonoidelor (apigenină, izoquercitrină, quercitrină şi rutină). Pentru probele de tulpină din zonele Merişor şi Valea Vinului activitatea biofilmului a fost determinată de prezenţa epicatechinei şi a acidului protocatecuic. Cadranul 3 evidenţiază ţesuturile tulpinilor din zona Bocsig unde eradicarea biofilmului s-a dovedit a fi moderată. Cadranul 4 inferior subliniază faptul că acumularea catechinei, acidului ferulic şi resveratrolului în rizomi şi rădăcini a influenţat semnificativ activităţile inhibitoare ale biofilmului din extractele acestor ţ ţesuturi.

Referitor la probele de miere (Figura 5 B), probele de miere din zona Bocsig au prezentat un potenţial semnificativ de eradicare a biofilmului n toate tulpinile bacteriene evaluate. Aceste probe au acumulat niveluri semnificative de acid galic şi de acid rosmarinic. Probele din zona Merişor au acumulat niveluri ridicate de (acid ferulic, acid p-cumaric, acid p-hidroxibenzoic, acid siringic şi quercitrină). Probele din Valea Vinului, au acumulat niveluri importante de flavonoide şi stilbene (resveratrol), cu un potenţial inhibitor semnificativ.

7. Concluzii şi recomandări

7.1. Studiul oferă o examinare cuprinzătoare a profilurilor botanice şi senzoriale aplicate mierii de *F. japonica*, servind drept instrumente vitale pentru a discerne autenticitatea acestui sortiment specific de miere.

7.2. Parametrii fizico-chimici ai mierii monoflorale de *F. japonica* au prezentat caracteristici distincte ale acestui sort de miere, inclusiv un conţinut ridicat de zaharuri, în special fructoză şi glucoză, o activitate naturală mai mare a diastazei şi un pH acid. Toate probele analizate au fost în conformitate cu valorile standard impuse pentru mierea proaspătă.

7.3. Rezultatele au confirmat abundenţa macro-nutrienţilor importanţi în probele de plantă de *F. japonica* dar şi în miere. Mierea obţinută din planta *F. japonica* produsă în Nord-Vestul şi Vestul României nu depăşeşte limitele contaminanţilor din alimente, fiind potrivită pentru consum.

7.4. În acestă cercetare au fost identificaţi 20 de compuşi polifenolici din planta *F. japonica* şi 15 compuşi din mierea de *F. japonica*, folosind metoda HPLC-PDA, resveratrolul fiind identificat ca şi marker pentru mierea de *F. japonica*.

7.5. Conţinutul total în polifenoli şi flavonoide a arătat o activitate antioxidantă ridicată, acest studiu demonstrând faptul că potenţialul antioxidant al plantei *F. japonica* se transferată la miere.

7.6. Atât extractele de plantă, cât şi cele de miere, au demonstrat cea mai puternică activitate antibacteriană şi antibiofilm împotriva *E. coli* şi *S. aureus*. În ceea ce priveşte zonele experimentale, probele din judeţele Arad şi Satu Mare (Bocsig şi Valea Vinului) au prezentat cea mai mare eficacitate în inhibiţia antimicrobiană şi eradicarea biofilmului, urmate de judeţul Maramureş (zona Merişor).

7.8. Recomandări

Se recomandă analiza unui spectru mai larg de probe de miere de *F. japonica* şi din alte zone ale ţării pentru a avea o imagine cuprinzătoare asupra caracteristicilor acestui tip de miere. Acest lucru ar permite creionarea unei imagini comprehensive asupra proprietăţilor biologic active care sunt transferate de la plantă în miere şi respectiv a potenţialului terapeutic al mierii de *F. japonica.*

8. Originalitatea şi contribuţiile inovative ale tezei

Cercetarea de faţă reprezintă un studiu de pionierat în analiza caracteristicilor fizico-chimice şi terapeutice ale mierii de *F. japonica* în încercarea de a aduce perspective valoroase asupra unui sortiment unic de miere care a primit o atenţie limitată până acum şi care rămâne relativ necunoscută de mulţi apicultori. Mai mult, această cercetare ar putea reprezenta o abordare durabilă şi integrată care să contracareze metodele dăunătoare de eradicare a plantei şi care să consolideze eforturile apicultorilor în certificarea, promovarea şi comercializarea mierii monoflorale româneşti rezultată din planta *F. japonica.*

Bibliografie selectivă:

1. Atazadegan, M. A., Bagherniya, M., Askari, G., Tasbandi, A., & Sahebkar, A. (2021). The effects of medicinal plants and bioactive natural compounds on homocysteine. Molecules, 26(11). https://doi.org/10.3390/molecules26113081.
2. Bensa, M., Glavnik, V., & Vovk, I. (2020). Leaves of invasive plants—japanese, bohemian and giant knotweed—the promising new source of flavan-3-ols and proanthocyanidins. Plants, 9(1). https://doi.org/10.3390/plants9010118.
3. Bobis, O., Dezmirean, D. S., Bonta, V., Moise, A., Pasca, C., Domokos, T. E., & Urcan, A. C. (2019). Japanese Knotweed (Fallopia Japonica): Landscape Invasive Plant Versus High Quality Honey Source. Scientific Papers-Series D-Animal Science, 62(1), 231–235.
4. Bogdanov, S. (2009). Harmonised Methods of the International IHC. Bee Product Science, 5, 1–62.
5. Cucu, A.-A.; Baci, G.-M.; Moise, A.R.; Dezsi, Ș.; Marc, B.D.; Stângaciu, Ș.; Dezmirean, D. S. (2021). Towards a Better Understanding of Nutritional and Therapeutic Effects of Honey and Their Applications in Apitherapy. Appl. Sci., 11, 4190. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app11094190.
6. Cucu, A. A., Baci, G. M., Dezsi, Ș., Nap, M. E., Beteg, F. I., Bonta, V., Bobiș, O., Caprio, E., & Dezmirean, D. S. (2021). New approaches on Japanese knotweed (*Fallopia japonica*) bioactive compounds and their potential of pharmacological and beekeeping activities: Challenges and future directions. Plants, 10(12). https://doi.org/10.3390/plants10122621.
7. Cucu, A. A., Pașca, C., Cucu, A. B., Moise, A. R., Bobiș, O., Dezsi, Ș., Blaga Petrean, A., & Dezmirean, D. S. (2024). Evaluation of the Main Macro-, Micro- and Trace Elements Found in Fallopia japonica Plants and Their Traceability in Its Honey: A Case Study from the Northwestern and Western Part of Romania. Plants, 13(3). https://doi.org/10.3390/plants13030428.
8. Dong, X., Fu, J., Yin, X., Li, X., Wang, B., Cao, S., Zhang, H., Zhao, Y., & Ni, J. (2014). Pharmacological and other Bioactivities of the Genus Polygonum - A Review. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 13, 1749–1759.
9. Glavnik, V., & Vovk, I. (2020). Extraction of anthraquinones from japanese knotweed rhizomes and their analyses by high performance thin-layer chromatography and mass spectrometry. Plants, 9(12), 1–16. https://doi.org/10.3390/plants9121753.
10. Lachowicz, S., & Oszmianski, J. (2019). Profile of bioactive compounds in the morphological parts of wild *Fallopia japonica* (houtt) and *Fallopia sachalinensis* and their antioxidative activity. Molecules, 24(7). https://doi.org/10.3390/molecules24071436.
11. Nawrot-Hadzik, I., Granica, S., Domaradzki, K., Matkowski, A., Systems, S. T., State, P. C., Quality, C., State, P. C., & Medical, W. (2018). Isolation and Determination of Phenolic Glycosides and Anthra- quinones from Rhizomes of Various Reynoutria Species. *Planta Med*. 84(15): 1118-1126.doi: 10.1055/a-0605-385784, 1118–1126.
12. Pătruică, S., Alexa, E., Obiștioiu, D., Cocan, I., Radulov, I., Berbecea, A., Lazăr, R. N., Simiz, E., Vicar, N. M., Hulea, A., & Moraru, D. (2022). Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Some Types of Honey from Banat Region, Romania. Molecules, 27(13). https://doi.org/10.3390/molecules27134179.