ACTIVITATEA ANTIOXIDANTĂ A FILMELOR CU EXTRACTE DIN PRODUSE VEGETALE DE *SOPHORA JAPONICA* L.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FILMS WITH EXTRACT FROM PLANT PRODUCTS OF *SOPHORA JAPONICA* L.

CZU: 547.1:661.7:665.345.2 **https://doi.org/10.59295/spd2024n.82**

Carolina GRIGORAȘ,
ORCID: 0009-0006-7123-7453
e-mail: carolina.grigoras@usm.md
Institutul de Chimie, Universitatea de Stat din Moldova
Alexandru CIOCÂRLAN,
ORCID: 0000-0002-0776-5095
e-mail: alexandru.ciocarlan@usm.md
Institutul de Chimie, Universitatea de Stat din Moldova
Maria GONȚA,
ORCID: 0000-0003-3476-0967
e-mail: maria.gonta@usm.md
Universitatea de Stat din Moldova

Summary. *Plant products of S. japonica, more precisely: flowers, fruits and seeds collected in May and September, respectively, have been conditioned, and the products obtained serve as a source of raw material. The extracts were obtained from the vegetable raw material by maceration, distillation and hydrodistillation using various solvents, with the subsequent incorporation into the filmogenic mixture of chitosan:pectin, to obtain polymeric films. The obtained films were evaluated according to quality indices, thus the appearance, smell and mechanical properties were analyzed, the thickness of the films was measured and antioxidant properties were determined. The prepared biomaterials are uniform, thin, elastic, flexible, have no smell and have a specific color of the composition, manifest an antioxidant activity, but this varies depending on the composition of the prepared films.*

Keywords: *antioxidant activity, DPPH method, extract, films, Sophora japonica* L.

INTRODUCERE

Plantele medicinale au fost parte integrantă a medicinei tradiționale încă din cele mai vechi timpuri. Salcâmul japonez (*Sophora japonica* L.) nu face excepție, deoarece acesta a fost și este utilizat în medicina tradițională chineză datorită gamei sale largi de activități terapeutice.

Studiile farmacologice moderne au demonstrat, că componentele active și/sau extractele brute de *S. japonica* prezintă o gamă largă de acțiuni terapeutice: cardiovas-

culare, antiinflamatorii, antiosteoporotice, antioxidante, antitumorale, antibacteriene, antivirale, hemostatice și efecte anti-aterosclerotice, etc.

Procesul de elaborare a medicamentelor s-a dezvoltat în timp, astfel în prezent plantele medicinale servesc drept sursă de materie primă pentru izolarea unor compuși biologici activi de interes. Constituentul majoritar și cel mai important al extractelor *S. japonica* este flavonoidul rutina.

Rutina este un bioflavonoid polifenolic, ce prezentă o gamă largă de aplicații farmacologice datorită proprietăților sale antioxidante semnificative. În mod convențional, acest compus este utilizat ca agent antimicrobian, antifungic și antialergic. Utilizarea sa este avantajoasă în comparație cu alte flavonoide, deoarece este o substanță netoxică care este și un antioxidant puternic. Astfel extractele din produsele vegetale de *S. japonica* pot fi utilizate în elaborarea unor emplastre cu potențial efect antioxidant și antibacterian.

Având în vedere procesul complex de vindecare a leziunilor, strategiile noi în domeniul aplicațiilor biomedicale pentru tratamentul pielii, sunt concentrate pe integrarea ingredientelor bioactive, inclusiv a agenților antibacterieni și antioxidanți, în biomateriale cu morfologii diferite pentru a îmbunătăți comportamentul celular și a stimula vindecarea leziunilor. Selecția și fabricarea de biomateriale cu diferite structuri și forme, inclusiv filme, hidrogeluri, etc. utilizate pentru regenerarea pielii a fost una din direcțiile principale ale cercetării [1-3].

Pansamentele integrate cu morfologie specifică (ex. film), compuse din polimeri naturali/sintetici și substanțe bioactive, ar putea nu numai să realizeze un tratament controlat, ci și să stimuleze matricea extracelulară pentru a îmbunătăți comportamentul celular și a promova vindecarea rănilor. Deși s-a realizat o cercetare detaliată pentru proiectarea și dezvoltarea unui pansament eficient, nu există rezultate care să îndeplinească toate criteriile necesare pentru închiderea accelerată a plăgii [3].

Scopul acestui studiu a fost elaborarea unui film cu proprietăți antioxidante prin încorporarea extractului de *Sophora japonica* L. ca potențială parte componentă a unui emplastru.

MATERIALE ȘI METODE

Materia primă: bobocii florali ai Salcâmului japonez au fost colectați în momentul formării lor în luna mai, iar fructele au fost colectate imature în luna septembrie în saci de bumbac. Produsele vegetale menționate anterior au fost colectate din arbori sănătoși amplasați pe strada V. Docuceaev, mun. Chișinău, ce constitue o alee formată din arborii speciei *S. japonica.*

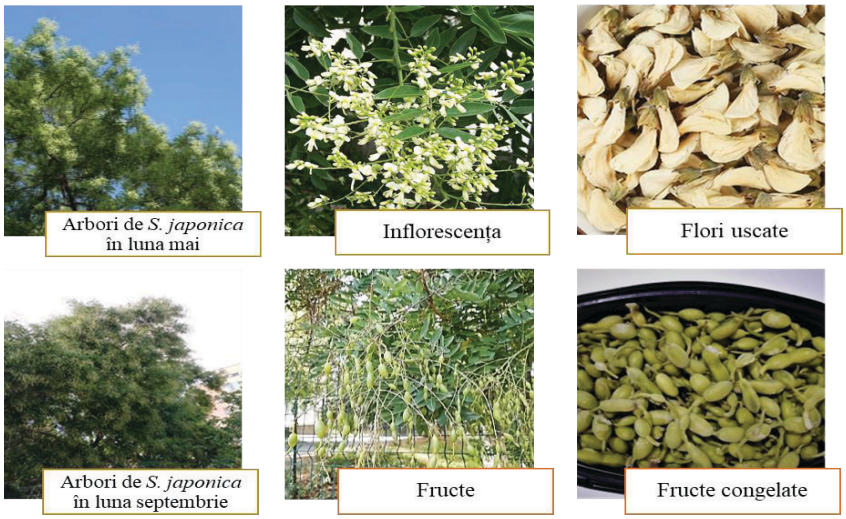


Figura 1. Arborii de *S. japonica* în diferite perioade de vegetație și produsele vegetale colectate

Produsele vegetale de *S. japonica,* mai exact florile, fructele (pericarpul), au fost condiționate, astfel a fost obținută materia primă vegetală. Aceasta ulterior a fost utilizată pentru obținerea extractelor prin diverse metode cu utilizarea diferitor solvenți (Tabelul 1).

Tabelul 1. Condițiile de obținere a extractelor din produse vegetale de *Sophora japonica* L.

Materia primă	**Metoda de extracție**	**Solventul**	**Durata, h**	**Produs**
Flori de *S. japonica*	Hidrodistilare (Neo-Clevenger)	Apă distilată	4	Extract din flori *S. japonica* ($EFSJ_1$)
Flori de *S. japonica*	Extracție (Soxhlet)	Alcool etilic 96%	0,5	Extract din flori *S. japonica* ($EFSJ_2$)
Pericarpul de *S. japonica*	Macerare	Alcool etilic 96%	240	Extract din pericarp *S. japonica* ($EPSJ_1$)
Pericarpul de *S. japonica*	Extracție (Soxhlet)	Alcool etilic 96%	1,5	Extract din pericarp *S. japonica* ($EPSJ_2$)
Șrotul din pericarp *S. japonica*	Extracție (Soxhlet)	Alcool etilic 96%	1,5	Extract din șrot *S. japonica* ($EȘSJ_1$)

Prepararea filmului polimeric cu încorporarea extractelor de *Sophora japonica*

Filmele au fost preparate folosind o metodă convențională de turnare într-un mod similar cu cel raportat de Rubilar și colab. [5]. Soluția filmogenă de 1% de chitosan (CS) a fost preparată prin dizolvarea acestuia în soluție de CH_3COOH de 1%, la temperatura camerei, prin agitare constantă 600 r/min, timp de 30 minute. Soluția apoasă de pectină a fost preparată paralel prin omogenizarea soluției de pectină (PC) de 5%, la agitare constantă, 600 r/min, timp de 30 minute. Soluțiile au fost apoi filtrate prin hârtie de filtru. După ce au fost filtrate, ambele soluții CS și PC au fost amestecate în raport de 1:1 pentru a obține amestecul filmogen, care a fost agitat timp de 60 de minute pe un agitator magnetic la 1000 r/min, iar apoi amestecul a fost lăsat la temperatura camerei timp de 48 de ore. După 48 de ore la compoziția obținută s-a adaugat glicerol până la concetrația de 2%, cât și extractele obținute din produsele vegetale de *S. japonica*. Amestecul a fost agitat suplimentar timp de 30 minute la 1000 r/min și apoi, produsul final a fost transferat în cești Petri din sticlă și uscate într-un cuptor la 50°C, timp de 12 ore. În cele din urmă, filmele uscate (CS/PC-SJ) astfel obținute au fost îndepărtate din cestile Petri și păstrate într-un exicator etanș timp de 48 ore [4-6].

Tabelul 2. Compoziția diferitor amestecuri filmogene.

Probele	**CS:PC, mL**	**Glicerol, mL**	**Extract, mL**
Film Chitosan-Pectin **($CS_{50}PC_{50}$)**	20,0	0,5	0,0
Film Chitosan-Pectin-extract din flori *S. japonica* **($CS_{50}PC_{50}EFSJ_1$)**	20,0	0,5	5,0
Film Chitosan-Pectin-extract din pericarp de *S. japonica* **($CS_{50}PC_{50}EPSJ_1$)**	20,0	0,5	5,0
Film Chitosan-Pectin-extract din flori *S. japonica* **($CS_{50}PC_{50}EFSJ_2$)**	20,0	0,5	5,0
Film Chitosan-Pectin-extract din șrot *S. japonica* **($CS_{50}PC_{50}EȘSJ_1$)**	20,0	0,5	5,0
Film Chitosan-Pectin-extract din pericarp de *S. Japonica* **($CS_{50}PC_{50}EPSJ_2$)**	20,0	0,5	5,0

Determinarea activității antioxidante prin metoda DPPH

Determinarea activității antioxidante prin metoda DPPH se bazează pe donarea electronilor de către antioxidanți pentru neutralizarea radicalului DPPH. Reacția este însoțită de schimbarea culorii DPPH măsurată la 517 nm, iar decolorarea soluției este un indicator al activității antioxidante [7].

Absorbanța amestecului dintre probă și soluția de DPPH este înregistrată pe un spectrofotometru la lungimea de undă de 517 nm față de soluția martor corespunzătoare,

după o perioadă de păstrare la întuneric timp de 30 minute. Procentul de activitate antioxidantă este calculat după cum urmează:

$$\text{Activitatea antioxidantă (AA\%)} = \frac{(A_{martor} - A_{probă})}{A_{martor}} \times 100 \quad (1)$$

unde A_{martor} este absorbanța soluției de DPPH și $A_{probă}$ este absorbanța soluției de analizat cu DPPH [5].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În rezultatul extracției compușilor biologic activi au fost obținute mai multe produse (Tabelul 3), care pot servi ulterior drept ingredienți a unui produs cosmetic sau substanță activă a unui preparat medicamentos.

Tabelul 3. Produsele obținute din materia primă vegetală de *Sophora japonica* L.

Produs	Metoda	Solvent	m_{probei}, g	m_{produs},g	η, %
Extract hidroalcoolic din flori de *S. japonica*	Extracție la reflux în extractor de tip Soxhlet	Alcool etilic	25,00	3,03	12,12
Ulei volatil din florile de *S. japonica*	Hidrodistilare cu extractor de tip Neo-Clevenger	Apă distilată	200,00	0,78	0,39
Extract din pericarp de *S. japonica*	Macerare	Alcool etilic	2000,00	138,73	6,93
Extract din pericarp de *S. japonica*	Extracție la reflux în extractor de tip Soxhlet	Alcool etilic	106,60	31,32	29,38
Componentele polifenolice din șrotul de *S. japonica*	Extracție la reflux în extractor de tip Soxhlet	Alcool etilic	66,28	8,80	13,28

Putem constata, că extractul din pericarp obținut prin extracție la reflux în extractor de tip Soxhlet este mai rentabil de realizat de cât cel prin macerare, reeșind din cosumul de materie primă vegetală, solvent, cât și randamentul obținut.

Au fost obținute șase filme cu compoziție variată, aspectul vizual și culoarea acestor biomateriale, sunt câțiva factori esențiali care influențiază direct calitatea și atractibilitatea lor. Analiza vizuală relevă, că filmele în care au fost încorporate extracte naturale de *S. japonica*, sunt uniforme, subțiri, elastice, au o culoare slab gălbuie, caracteristică componentelor incluse în rețeptură, de asemenea testul olfactiv pentru biomateriale a confirmat că acestea sunt inodore (Figura 2). Din punct de vedere mecanic sau dovedit a fi rezistente și flexibile.

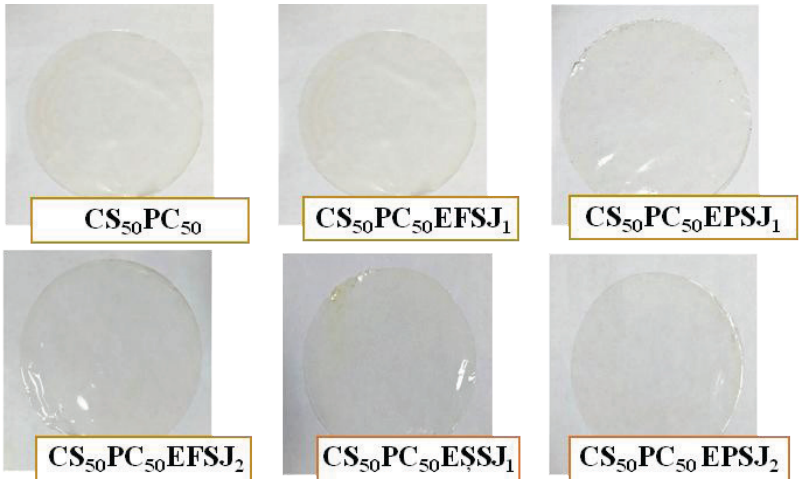


Figura 2. Filme cu diverse extracte de *Sophora japonica* L. [8]

Grosimea filmelor este un parametru esențial, ce este asociat cu proprietățile fizice ale acestora. Grosimea biomaterialelor a fost măsurată folosind un micrometru, astfel x (mm) reprezentă valoarea grosimii filmului, deci $x(CS_{50}PC_{50})$=0,16 mm; $x(CS_{50}PC_{50}EFSJ_1)$=0,17 mm; $x(CS_{50}PC_{50}EPSJ_1)$=0,14 mm; $x(CS_{50}PC_{50}EFSJ_2)$=0,16 mm; $x(CS_{50}PC_{50}EȘSJ_1)$=0,16 mm; $x(CS_{50}PC_{50}EPSJ_2)$=0,15. Valoarea medie a grosimii filmelor în care au fost încorporate extracte naturale de *S. japonica* este de 0,16 mm, deci încorporarea extractelor influențiază puțin grosimea filmelor, diferențele între grosimile filmelor cu extracte fiind minore.

În (Figura 3) sunt comparate activitățile antioxidante ale filmului de control (CS-PC) și filmelor încorporate cu extract natural.

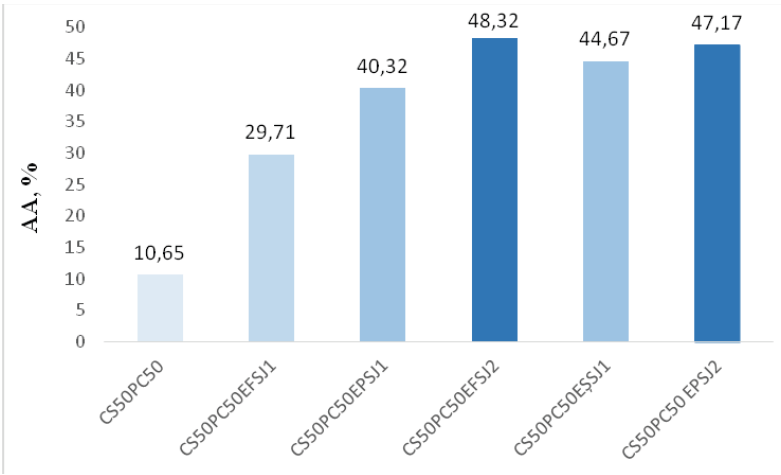


Figura 3. Activitatea antioxidantă a filmelor încorporate cu extracte de *S. japonica*

Filmul de control a prezentat o activitate de captare redusă a radicalilor DPPH, în același timp, din grafic reiese, că proprietățile antioxidante au crescut semnificativ odată cu adăugarea diferitor extracte de *S. japonica* în amestecul filmogen. Acest lucru poate fi atribuit conținutului ridicat de compuși fenolici din compoziția extractului, sporind astfel capacitatea sa de a dona hidrogen, care este principiul de bază al metodei de consum a DPPH. Conținutul total de compuși fenolici ai filmului corelează direct cu activitatea antioxidantă, deoarece compușii fenolici se caracterizează printr-o structură ideală pentru captarea radicalilor liberi acționând ca donatori de hidrogen.

CONCLUZII

1. Au fost obținute extracte din diverse produse vegetale ale speciei *S. japonica,* prin metode cunoscute (macerare, hidrodistilare, distilare), iar cel mai mare randament 29,38% a fost obținut pentru produsul $EPSJ_2$.
2. Au fost elaborate diferite compoziții cu încorporarea extractelor de *S. japonica* și s-au preparat filme, conform metodei prin turnare cu solvent, iar proprietățile antioxidante și fizice ale filmelor obținute variază în funcție de extractul încorporat.
3. Analiza vizuală relevă, că filmele în care au fost încorporate extractele naturale de *S. japonica*, sunt uniforme, subțiri, elastice, au o culoare slab gălbuie, caracteristică componentelor incluse în rețeptură.
4. Încorporarea extractelor de *S. japonica,* sporesc activitatea antioxidantă a filmului și cel mai indicat este extractul hidroalcoolic din florile acestei specii, produsul în care a fost încorporat acest extract $AA(CS_{50}PC_{50}EFSJ_2)$= 48,32%, comparativ cu $AA(CS_{50}PC_{50}EF\ SJ_1)$= 29,71%, ceea ce denotă că metoda de extracție influențează, compoziția extractului și activitatea antioxidantă pe care o manifestă.

REFERINȚE

1. HE, X., BAI, Y., ZHAO, Z., WANG, X., FANG, J., HUANG, L., ZENG, M., ZHANG, Q., ZHANG, Y., ZHENG, X. Local and traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of *Sophora japonica* L.: A review. In: *Journal of Ethnopharmacology*. 2016. vol. 187, p. 160-182. În: https://doi.org/10.1016/j.jep.20 16.04.014
2. SHRESTHA, S., ASGAR, A., JAVEDI, A., JASJEET, K.S., SANJULA, B. Rutin: therapeutic potential and recent advances in drug delivery. In: *Expert Opin Investing Drugs*. 2013. vol. 22(8), p. 1063-1079. În: https://doi.org/10.1517/13543784.2013.805744
3. LIANG, Y., LIANG, Y., ZHANG, H., GUO, B. Antibacterial biomaterials for skin wound dressing. In: *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2022. vol. 17, p. 353-384. În: 10.1016/j.ajps.2022.01.001

4. HIREMATH, L., VANTAGODI, S., HEGDE, S.S., ANITHA, G.S., KESHAMMA, E. Development and characterization of pectin and chitosan base biocomposite material for bio-medical application. In: *International Journal of Material Sciences & Engineering*. 2021. Vol. 10:9, p. 1-4. ISSN: 2169-0022
5. ANNU, A.A., SHAKEEL, A. Eco-friendly natural extract loaded antioxidative chitosan/polyvinyl alchohol based active films for food packaging. In: *Heliyon.* 2021. vol. 7(3), p. 1-9. În: https://doi.org/10.1016 /j.heliyon.2021.e06550
6. RAHMAN, L., GOSWAMI, J., CHOUDHURY, D. Assessment of physical and thermal behavior of chitosan-based biocomposites reinforced with leaf and steam extract of *Tectona grandis*. In: *Polymers and Polymer Composites*. 2022. vol. 30, p. 1-12. În: 10.1177/09673911221076305
7. MUNTEANU, I.G., APETREI, C. Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. In: *International Journal of Molecular Science*. 2021, vol. 22(7), p. 1-30. În: 10.3390/ijms2207 3380
8. GRIGORAȘ, C. Compoziția chimică și potențialul de utilizare a produselor vegetale de *Sophora japonica* L. În: Sesiunea naţională cu participare internațională de comunicări ştiinţifice studenţeşti, Ediţia a XXVII-a, 15 februarie-15 martie 2023, Rezumatele comunicărilor, Volumul I: Ştiințe ale naturii și exacte. Ştiințe economice. Chișinău: Editura USM, 2023. p. 64-66. ISBN 978-9975-62- 547-0. ISBN 978-9975-62-548-7.