

PHYTOLACCA AMERICANA – MORPHOANATOMICAL DESCRIPTION, BIOLOGICAL ACTIVE COMPOUNDS, BENEFITS AND THE INFLUENCE ON THE ENVIRONMENT

Evelyn SIM*, Adina-Daniela DATCU

¹Biology Department, Environmental Biology and Biomonitoring Research Center, Faculty of Chemistry, Biology, Geography, West University of Timisoara, Romania

*Corresponding author e-mail: evelyn.sim03@e-uvv.ro

Received 26 October 2024; accepted 27 December 2024

ABSTRACT

*The main purpose of this review is to discuss various aspects regarding *Phytolacca americana*. Therefore, the paper examines numerous details such as its structure, adaptations, distinct morphologic features, or key bioactive compounds. Additionally, this review evaluates the benefits and the impact on environment of *Phytolacca americana*, taking in consideration its toxicity, medicinal properties, biotic interactions and the challenges it poses as an invasive species. This overview aims to provide insight into the value and*

KEYWORDS: *phytolaccatoxine, triterpene saponins, pokeweed, phytolaccoside, lectin*

1. Aspecte generale – introducere
2. Istoric, morfologie, anatomie
3. Compuși biologici active
4. Beneficii
5. Efecte toxicologice
6. Influența asupra mediului

1. Aspecte generale – introducere

Speciile invazive constituite o adevărată amenințare la adresa biodiversității, ele stabilindu-se în vecinătatea speciilor indigene, aspect care duce în cele din urmă la dispariția lor (Máximo și colab., 2020).

Pe lângă efectele dezastruoase asupra ecosistemelor, speciile invazive au un impact negativ major asupra economiei, afectând sănătatea umană, economiile locale (Máximo și colab., 2020), dar și randamentul agricol prin reducerea calității recoltelor. Acest ultim aspect se datorează faptului că terenurile arabile sunt în mod special vulnerabile la speciile care prezintă caracter invaziv (Olaru și colab., 2020).

Un loc important în categoria speciilor invazive cu răspândire globală îl ocupă *Phytolacca americana*, denumită popular cârmâz (Trunjauren și colab., 2023). Printre trăsăturile ce o caracterizează drept specie cu impact ecologic invaziv se remarcă coeficientul ridicat de reproducere și adaptabilitatea sa (Nan și colab., 2024). Procesul invaziv are loc prin fenomenul de alelopatie, planta

eliberând diferiți compuși (compuși fenolici, flavonoizi, alcaloizi, terpenoizi) ce afectează creșterea și reproducerea plantelor din vecinătatea sa. Compușii chimici sunt eliberați prin procese de volatilizare de către diferite părți componente ale plantei (Kim și colab., 2005).

Phytolacca americana este o specie perenă, aparținând familiei *Phytolaccaceae* și genului *Phytolacca* (Hamissou și Kurdmongkoltham, 2015). Numele genului derivă din limba greacă (phytos = plantă) și limba latină (lac = verniș/lac) (Balogh și Juhász, 2008). Genul *Phytolacca* mai cuprinde alte 35 specii, toate cunoscute pentru produșii lor metabolici secundari (Hamissou și Kurdmongkoltham, 2015).

Această specie este renumită în deosebi pentru toxicitatea sa acută, proprietate conferită în genere de saponinele triterpene (De Smet, 1993). Partea cea mai dăunătoare a câmăzului din punct de vedere toxic este rădăcina, la nivelul căreia se găsește o concentrație ridicată de saponine, dar și phytolaccatoxina (Balogh și Juhász, 2008).

În ciuda proprietăților toxicologice, în special asupra ficatului, *Phytolacca americana* joacă un rol important și în medicină, fiind cunoscută printre altele pentru proprietățile sale antioxidante. (Nabavi și colab., 2009).

2. Istoric, morfologie, anatomie

Plantă nativă zonei de est a Americii de Nord, *Phytolacca americana* a fost introdusă în Europa în secolul al XVII-lea (Bentley și colab., 2015). Europeanii o utilizau în principal pentru capacitatea sa de colorare intensă (Follak și colab., 2022). Astfel, câmăzul a ajuns să fie cultivat tot mai des, în special în zonele din vecinătatea mării Mediteraneene, răspândindu-se ulterior în aproape toate țările europene (Olaru și colab., 2020).

Fiind ușor dispersate cu ajutorul păsărilor, semințele au ajuns în cele din urmă și în China, indivizi fiind pentru prima dată observați în anul 1935 în provincia Zheijiang (Bentley și colab., 2015).

În România, *Phytolacca americana* este întâlnită cu precădere în terenurile agricole din regiunea Olteniei (Olaru și colab., 2020).

Habitatul preferat al acestei specii invazive este reprezentat de marginile pădurilor și pădurile mixte (Follak și colab., 2022), dar și de zonele de pădure perturbate, pășunile nisipoase și pădurile mlăștinoase de arini, lipsite de apă la suprafață. Un sol potrivit pentru creșterea de *Phytolacca americana* este unul umed, bogat în substanțe nutritive și liber, preferabil substraturile acide sau neutre, nisipoase sau pietroase (Balogh și Juhász, 2008).

Printre întrebuințările câmăzului se numără utilizarea sucului de la nivelul fructelor drept agent colorant, practică utilizată pentru prima dată în rândul americanilor nativi (Hamissou și Kurdmongkoltham, 2015). Pigmentul

colorant, numit phytolaccanină, este prezent la nivelul fructelor într-o măsură identică cu pigmentul betanină de la nivelul *Beta vulgaris* (De Smet, 1993). Frunzele tinere pot fi utilizate în salate, ele fiind fierte în prealabil (Nabavi și colab., 2009), acest deliciu culinar fiind cunoscut în America de Sud drept "Poke salet". Fierberea frunzelor trebuie să aibă loc cu atenție, deoarece consumul de frunze crude poate cauza arsuri stomacale, amețeli, vărsături, și chiar decesul consumatorului (Hamissou și Kurdmongkoltham, 2015).

Morfologie

Cârmâzul este o plantă invazivă, perenă și ierboasă, având o talie înaltă, aceasta variind între 0.8 m și 3 m.

Rădăcina sa este groasă, cu diametrul cuprins între 12-15 cm.

Tulpina este cilindrică, fituloasă, cu pete purpurii sau de culoare roșie, ușor lemnoasă la bază (Balogh și Juhász, 2008). Ramificarea sa este pseudodihotomică (Rogers, 1985). Frunzele sunt de un verde închis în partea superioară și verde deschis în partea inferioară (Balogh și Juhász, 2008), oval-lanceolate, cu baza cuneiformă sau chiar rotundă și vârful ascuțit. Lungimea frunzelor este de 9-30 cm, iar lățimea lor este de 2-5 cm (Hardin, 1964). Inflorescențele sunt cimoase, de tip cincin, lungi de 5-15 cm.

Florile sunt hermafrodite, mici, de aproximativ 5-6 mm, cu androceul format din zece stamine și gineceul din zece carpele. Carpelele sunt unite la bază, ele formând un gineceu sincarp. Segmentele periantului sunt albe, verzui sau roșiatice, la nivelul fructelor.

Fructele sunt de tip bacă, ele fiind unite, verzi în stadiu imatur, purpuriu închis în stadiul de dezoltare și în cele din urmă negre în stadiul de coacere completă. Diametrul fructelor este cuprins între 7-12 mm. Forma semințelor este reniform-orbiculară, ele fiind plate, negre, lucioase, de diametru de 2,5-3 mm și greutatea de 6,1-7,5 g/100 semințe. Cotiledoanele au formă oblong-ovată, cu baza cuneiformă și vârful îngustat, având o lungime de 15-33 mm și o lățime de 6-11 mm. Cotiledoanele au nervațiunea reticulată (Balogh și Juhász, 2008).

Anatomie

În această parte, diverse structuri anatomice sunt descrise, anatomia frunzei prezentând unele particularități. Pețiolul frunzelor prezintă un fascicul vascular central semilunar și un fascicul accesoriu de dimensiuni mai reduse, circular, aflat în partea adaxială. De asemenea, tot la nivel pețioar se mai întâlnește și un strat de colenchim gros, sub epidermă.

Lamina prezintă terminații conducătoare cauzate de extinderea pe orizontală a traheidelor.

Epiderma adaxială prezintă un număr relativ mai redus de stomate, având pereții anticlinali mai mult sau mai puțin dreupți, în comparație cu epiderma

abaxială care dispune de un număr mai mare de stomate și de pereții anticlinali dreupți.

Din punct de vedere al anatomiei florii, putem nota că la nivelul pedunculului, partea exterioară a cortexului este alcătuită în mare parte din colenchim, dispunând de un inel fibros la nivelul periferic al floemului. Cilindrul pedunculului este definit de către metaxilem, aspect care îi conferă rigiditate. În condițiile de sporire a dimensiunilor pedunculului, raza și grosimea cilindrului xilemului cresc cu aproximativ 31-34% (Hardin, 1964).

3. Compuși biologici activi

Phytolacca americana conține o multitudine de compuși biologici activi, dispuși atât la nivelul rădăcinii, cât și a fructelor, frunzelor și a semințelor.

Constituenții chimici prezenți au evidențiat o gamă largă de activități cu potențial bioactiv, printre care se numără efectele antibacteriene, antifungice, antimalarice, antitumorale, antioxidante (Saleri și colab., 2017). Acești compuși sunt în mare parte saponine triterpene (Trunjaruen și colab., 2023).

Saponinele fac parte dintr-o clasă de compuși naturali, constituiți din zaharuri hidrofiele îmbinate cu triterpene sau steroizi (Cho și colab., 2003).

Astfel, printre saponinele triterpene întâlnite în cârmâz se numără americanina A și izoamericanolul A, compuși întâlniți la nivelul semințelor. Printre efectele acestor saponine asupra organismului uman se numără activitățile anticancerigene (Trunjaruen și colab., 2023). Izoamericanolul A (Figura 1) este utilizat pentru rolul său anticancerigen, fiind capabil să acționeze ca inhibitor al proliferării liniilor de celule cancerigene (Katagi și colab., 2015). Americanina A (Figura 2) face parte din clasa lignanilor, acesta fiind solubil în alcool dar insolubil în apă (Lee Bang și colab., 1985). Studiile pe acest compus au relevat proprietățile sale antioxidante și antiinflamatorii, dar și capacitatea sa de acționare ca inhibitor al celulelor tumorale (Jung și colab., 2015).

Un alt compus important din clasa saponinelor triterpene este phytolaccatoxina (Figura 3), responsabilă în mare parte de toxicitatea plantei, având efecte grave asupra vertebratelor (Balogh și Juhász, 2008).

La nivelul rădăcinilor se mai întâlnesc alte șapte saponine triterpene esențiale, și anume phytolaccozidele A, B, D, E, F, G și D2 (De Smet, 1993).

Dintre acestea, phytolaccozidul A prezintă efecte în mare parte benefice, având proprietăți antibacteriene și antiinflamatorii, fiind utilizat în tratarea tumorilor, a endometriozei și a hiperplaziei de la nivelul glandelor mamare (Saleri și colab., 2017). Cu toate acestea, phytolaccozidul A este și hepatotoxic (He și colab., 2021). Phytolaccozidul B și phytolaccozidul E sunt studiați pentru capacitatea lor de acționare antifungică, alterând morfologia mucegaiurilor și drojdiilor (Escalante și colab., 2008). Pe lângă aceste aspecte, phytolaccozidele

B, D2 și E au capacități de creștere a permeabilității paracelulare (Cho și colab., 2003).

Lectina, o glicoproteină prezentă la nivelul rădăcinii, este un alt compus dăunător, hemaglutinic, având efect similar cu cel al semințelor de ricină și anume efect mitogenic (Balogh și Juhász, 2008).

Alți compuși specifici întâlniți sunt acidul oleanolic (Woo și Kang, 1975), phytolaccagenina, acidul jalignonic și acidul phytolaccagenic, extrași din sucule fructelor (De Smet, 1993).

La nivelul frunzelor s-au identificat și proteine antivirale specifice cârmăzului (PAPs), care joacă un rol important în proprietățile antivirale ale plantei (De Smet, 1993).

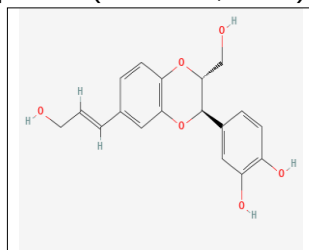


FIG. 1. Structura chimică a Izoamericanolului A
(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6444016>)

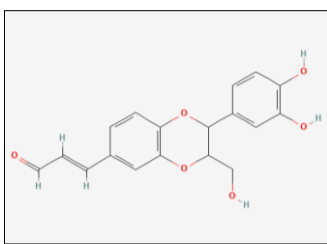


FIG. 2. Structura chimică a Americaninei A
(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5459018>)

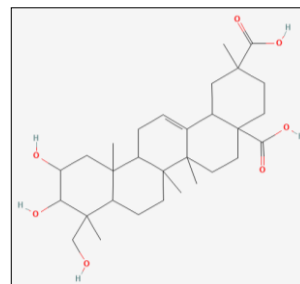


FIG. 3. Structura chimică a phytolaccatoxinei
(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/317501>)

4. Beneficii

În ciuda faptului că *Phytolacca americana* este o plantă invazivă cu efecte toxicologice, ea servește și drept plantă medicinală cu numeroase utilizări. Astfel, rădăcina sa a fost utilizată de-a lungul timpului ca remediu împotriva conjunctivitei, umflăturilor glandulare, scabie, ulcer, și chiar și a cancerului. În medicina populară non-occidentală, rădăcina de cârmăz a fost utilizată în tratarea edemelor și a reumatismului, datorită proprietăților antiinflamatoare. Medicina chinezească o recomandă și pentru hemoragii, traume, carbuncul și infecții cutanate piogenice.

Fructele sunt folosite în medicina tradițională pentru tratamentul artritelor, dar și drept colorant. De asemenea, fructele de *Phytolacca americana* conțin și compuși chimici activi capabili să inhibe creșterea, respectiv reproducerea moluștelor. A fost demonstrat că lectinele au efect toxic asupra larvelor juvenile de *Diabrotica undecimpunctata howardi* (Balogh și Juhász, 2008).

Lăstarii plantelor tinere, dar și frunzele sunt consumate după fierberea lor în prealabil (De Smet, 1993). Această practică a apărut în rândul indienilor nord-americani, ei înlocuind astfel sparanghelul și spanacul. Tulpina este și ea utilizată în scop culinar, însă doar partea interioară care este fragedă (Balogh și Juhász, 2008).

La nivelul semințelor și a frunzelor se găsesc proteine antivirale cu rol în activități antivirale și inhibare a sintezei proteice. De asemenea, proteinele de la nivelul semințelor au prezentat proprietăți imuno-modulatoare în animalele de laborator (De Smet, 1993).

În medicina modernă, diferite părți sunt utilizate în tratarea reumatismelor dar și ca posibil tratament împotriva cancerului sau a virusului HIV (Balogh și Juhász, 2008).

5. Efecte toxicologice

Cea mai toxică parte a plantei este rădăcina, la nivelul căreia se găsesc foarte multe saponine, printre care și phytolaccatoxina. Toxicitatea crește o dată cu maturizarea plantei, cu excepția fructelor. Astfel, fructele verzi sunt considerate mai toxice decât cele mature, purpurii. Printre simptomele intoxicației cu *Phytolacca americana* se numără arsuri la nivelul gâtului și a gurii, greață, vărsături, dureri abdominale, cefalee, hipotensiune arterială, tulburări de vedere, letargie și tahicardie. În unele cazuri, intoxicația poate duce și la deces (De Smet, 1993).

Alt efect dăunător este dat de conținutul de lectină, care stimulează diviziunea anormală a limfocitelor B, respectiv a limfocitelor T și are implicații în deteriorarea cromozomilor (Balogh și Juhász, 2008).

6. Influența asupra mediului

Phytolacca americana are efect alelopativ, astfel încât în zonele în care ea se dezvoltă, plantele deja existente se diferențiază.

Printre interacțiunile biotice se mai numără și consumul de semințe de către diferite specii de păsări. Deși nu au fost cercetate în mod special efectele consumului de semințe de *Phytolacca americana*, au fost întâlnite cazuri de regurgitare a acestor semințe de către păsări. Acest lucru evidențiază posibilele efecte adverse asupra acestora.

De asemenea, cârmăzul este o plantă gazdă pentru diferite virusuri ale plantelor, precum CMV (virusul mozaicului castravetelui) (Balogh și Juhász, 2008).

În Statele Unite ale Americii, un studiu condus de Patches și colab. (2017) a relevat faptul că invazia de *Phytolacca americana* a redus producția plantelor de soia cu 47%.

În România, Olaru și colab. (2020) au demonstrat că extractele apoase din *Phytolacca americana* au efecte de inhibare a germinației asupra *Zea mays*, indiferent de concentrația utilizată.

CONCLUZII

Există un echilibru între proprietățile medicinale și cele toxicologice ale speciei *Phytolacca americana*, aspect datorat compușilor biologici activi prezenți în principal la nivelul rădăcinilor, frunzelor și al semințelor. Astfel, triterpenele saponine găsite la nivelul semințelor prezintă efecte anticancerigene, aspect esențial în tratamentul acestei boli. De asemenea, saponinele triterpene se găsesc și la nivelul rădăcinii, acestea având proprietăți antiinflamatorii și antifungice, dar și toxice. Cu toate că există un grad ridicat de intoxicație, oamenii continuă să consume în special frunzele, fiind un înlocuitor bun al altor plante indisponibile în anumite anotimpuri.

Fiind o plantă cu caracter invaziv, gestionarea plantei este cu adevărat dificilă, în special la nivelul terenurilor agricole asupra cărora produce daune cu adevărat costisitoare.

Consumul de *Phytolacca americana* nu este recomandat, în special dacă nu se cunosc de către potențialul consumator cu exactitate părțile plantei care sunt cu adevărate toxice, însă proprietățile sale benefice o fac utilă pentru cercetări viitoare.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- Balogh L., Juhasz J. 2008. American and Chinese pokeweed (*Phytolacca americana* L., *Ph. esculenta* van Houtte), pp. 35-46. In: The most important invasive plants in Hungary. Zoltán B.D., Lajos B. (eds), Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót, Hungary.
- Bentley K. E., Berryman K. R., Hopper M., Hoffberg S. L., Myhre K. E., Iwao K., Lee J. B., Glenn T. C., Mauricio R. 2015. Eleven microsatellites in an emerging invader, *Phytolacca americana* (*Phytolaccaceae*), from its native and introduced ranges. *Applications in plant sciences*, 3(3).
- Lee E.B., Lee Y.S., Woo W.S. 1985. Antiinflammatory activity of americanin a. *Arch. Pharm. Res.* 8, 139–14.
- De Smet, P.A.G.M. 1993. *Phytolacca Americana*. In: Adverse Effects of Herbal Drugs, vol 2. De Smet, P.A.G.M., Keller, K., Hänsel, R., Chandler, R.F. (eds). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Cho S. Y., Sim J. S., Kang S. S., Jeong C. S., Linhardt R. J., Kim Y. S. 2003. Enhancement of heparin and heparin disaccharide absorption by the *Phytolacca americana* saponins. *Archives of pharmacol research*, 26(12), 1102–1108.
- Escalante A., Gattuso M., Pérez P., Zacchino S. 2008. Evidence for the mechanism of action of the antifungal phytolaccoside B isolated from *Phytolacca tetramera* Hauman. *Journal of natural products*, 71(10), 1720–1725.
- Follak S., Michael S., Franz E. 2022. Notes on the occurrence of *Phytolacca americana* L. in crop fields and its potential agricultural impact. *BioInvasions Records*. 11. 620-630.
- Hardin J. W. 1964. A Comparison of *Phytolacca americana* and *P. rigida*. *Castanea*, 29(3), 155–164.
- He T., Liu C., Li M., Wang M., Liu N., Zhang D., Han S., Li W., Chen S., Yuan R., Huang J. 2021. Integrating non-targeted metabolomics and toxicology networks to study the mechanism of Esculentoside A-induced hepatotoxicity in rats. *Journal of biochemical and molecular toxicology*, 35(6), 1–15.

SIM & DATCU: *Phytolacca americana* – morphoanatomical description, biological active compounds, benefits and the influence on the environment

- Hamissou M., Kurdmongkoltham P. 2015. Molecular and cytotoxicity investigations of *Phytolacca americana* (L.) root, leaf, and berry extracts. International Journal of Pharmacology and Toxicology, 3(2), 11-16.
- Jung C., Hong J. Y., Bae S. Y., Kang S. S., Park H. J., Lee S. K. 2015. Antitumor Activity of Americanin A Isolated from the Seeds of *Phytolacca americana* by Regulating the ATM/ATR Signaling Pathway and the Skp2-p27 Axis in Human Colon Cancer Cells. Journal of natural products, 78(12), 2983–2993.
- Katagi A., Sui L., Kamitori K., Suzuki T., Katayama T., Hossain A., Noguchi C., Dong Y., Yamaguchi F., Tokuda M. 2016. Inhibitory effect of isoamericanol A from *Jatropha curcas* seeds on the growth of MCF-7 human breast cancer cell line by G2/M cell cycle arrest. Heliyon, 2(1), e00055.
- Kim Y. O., Johnson J. D., Lee E. J. 2005. Phytotoxicity of *Phytolacca americana* leaf extracts on the growth, and physiological response of *Cassia mimosoides*. Journal of chemical ecology, 31(12), 2963–2974.
- Máximo P., Ferreira L. M., Branco P. S., Lourenço A. 2020. Invasive Plants: Turning Enemies into Value. Molecules (Basel, Switzerland), 25(15), 3529.
- Nabavi S.M., Ebrahimzadeh M.A., Nabavi S.F., Bahramian, F. 2009. In vitro antioxidant activity of *Phytolacca americana* berries. Pharmacologyonline. 1. 81-88.
- Nan Q., Li C., Li X., Zheng D., Li Z., Zhao L. 2024. Modeling the Potential Distribution Patterns of the Invasive Plant Species *Phytolacca americana* in China in Response to Climate Change. Plants (Basel, Switzerland), 13(8), 1082.
- Olaru A.L., Bonea D., & Bonciu E. 2020. Phytotoxic and Cyto-Genotoxic Potential of *Phytolacca americana* on *Zea mays*. Romanian Agricultural Research.
- Patches K. M., Curran W. S., Lingenfelter D. D. 2017. Effectiveness of Herbicides for Control of Common Pokeweed (*Phytolacca americana*) in Corn and Soybean. Weed Technology, 31(2), 193–201.
- Rogers G. K. 1985. THE GENERA OF *PHYTOLACCACEAE* IN THE SOUTHEASTERN UNITED STATES. Journal of the Arnold Arboretum, 66(1), 1–37.
- Saleri F. D., Chen G., Li X., Guo M. 2017. Comparative Analysis of Saponins from Different *Phytolaccaceae* Species and Their Antiproliferative Activities. Molecules, 22(7), 1077.
- Trunjaruen A., Luecha P., Taratima W. 2023. The Optimization of Medium Conditions and Auxins in the Induction of Adventitious Roots of Pokeweed (*Phytolacca americana* L.) and Their Phytochemical Constituents. Scientifica, 2023, 2983812.
- Woo W.S., Kang S.S 1975. The Occurrence and Chemistry of *Phytolacca* Triterpenoids. Journal of the Pharmaceutical Society of Korea, 19(3), 189-208.