

## MORPHOLOGY, BIOACTIVE COMPOUNDS AND USES OF *EICHHORNIA CRASSIPES*

Denis Adrian Emanuel BORCA, Adina-Daniela DATCU

West University of Timisoara, Faculty of Chemistry, Biology, Geography, Department  
of Biology-Chemistry, Pestalozzi 16, Timișoara

\*Corresponding author e-mail: denis.borca00@e-uvv.ro

Received 27 May 2020; accepted 2 November 2020

### ABSTRACT

*The aim of this review is to describe Eichhornia crassipes morphology, biological active compounds and uses. This plant is used in phytoremediation, because it has the capacity to remove heavy metals, but also for biogas production, as food for animals or in paper making processes. At radicular level, numerous bioactive compounds can be found, i.e. alkaloids, flavonoids, glycosides, quinones, anthocyanin. This plant has expanded leaves, separated by internodes. When the shoots are developing, the older leaves die and they are leaving a stub. At every leaf base a root which forms a dense mass is developing, if the root is developing in darkness. The stolons are growing from the axillary buds, going horizontally for 10-50 cm and then they establish daughter plants. The inflorescence is developing from the apical meristem. This is a spike and grows vertically for 50 cm. The inflorescence has between 8 and 15 sessile flowers and each capsule may contain up to 450 seeds. Leaves contain alkaloids, flavonoids, tannins, steroids and volatile oils.*

**KEYWORDS:** flavonoids, alkaloids, glycosides, tannins

### INTRODUCERE

*Eichhornia crassipes* face parte din familia Pontederiaceae. Genul *Eichhornia* este cunoscut și după denumirea populară de zambila de apă dulce (Bailey, 1949; Chillers, 1991). Aceasta este o plantă acvatică, ierboasă și perenă (Acevedo-Rodríguez, 2012). Este originară din America de Sud, dar a ajuns și în multe zone calde din lume precum: America Centrală, America de Nord, Asia, Africa și Australia (Bailey, 1949; Center & Spencer, 1981). Această plantă se reproduce prin semințe (Agami & Reddy, 1990).

Este una dintre cele mai productive plante de pe Glob, însă este considerată ca fiind printre cele mai invazive plante acvatice (Charrudattan, 1986).

Zambila de apă dulce este folosită în fitoremediere, pentru îndepărtarea metalelor grele și poluanților din apă (Yahya, 1990; Vesik et al., 1999; Ali & Soltan, 1999; Soltan & Rashed, 2003).

## **MORFOLOGIE**

Planta are o lungime cuprinsă între 30 și 40 de centimetri și prezintă o tulpină scurtă, cu mai multe rădăcini adventive lungi, putând fi găsită la suprafața apei, așadar este o plantă hidrofilă. Organele vegetative sunt acoperite de celule epidermice mici, care în general nu prezintă cuticulă, iar în interior se află spații aerifere cuprinse între 7 și 50 μm, țesutul conducător fiind redus (Qaisar et al., 2005).

Frunzele inițiale ale reprezentanților genului *Eichornia* sunt alungite, dar curând acestea capătă forma spatulată și, în condiții adecvate, pețiolul se umflă și asigură plutirea deasupra apei. Planta are dimensiuni foarte variabile, acestea având frunze care au doar câțiva centimetri în înălțime, în timp ce indivizii maturi care au avut acces la nutrienți pot atinge 1 m înălțime. Plantele care se află în zone neaglomerate tind să aibă pețiolul scurt și cu umflături pronunțate, în timp ce într-un mediu aglomerat acestea sunt mai înalte, erecte și prezintă o umflătură mică sau absent la nivelul pețiolului. Această specie are de obicei lăstari individuali, fiecare cu până la zece frunze extinse, dispuse în spirală, separate prin intermediul unor internoduri foarte scurte. Pe măsură ce se dezvoltă lăstari individuali, frunzele mai în vârstă mor, lăsând un o zonă fără frunze. În cele din urmă, acest lucru poate duce la scufundarea și moartea întregului lăstar. Frunzele sunt formate din pețiol și limb, primul este în general umflat, cu o grosime de 2-5 cm, iar limbul este de formă aproximativ rotundă, ovoidală sau reniformă, până la 15 cm în lungime. Baza pețiolului prezintă o stipelă de până la 6 cm lungime. Rădăcina are o masă densă (Ilanovici, 2010). De obicei frunzele pot avea între 20 și 60 cm lungime, deși acestea se pot extinde chiar până la 300 cm. Raportul dintre sistemele radicular și caular depinde de conținutul de nutrienți accesibil plantelor, iar dacă acestea se află în locuri în care există nutrienți puțini pot reprezenta peste 60% din greutatea totală a plantelor. Dacă acestea se dezvoltă în întuneric, atunci sunt mai deschise la culoare, dar în general acestea sunt purpurii din cauza mediului în care se dezvoltă, în special în condiții în care cantitatea nutrienților este scăzută. Din mugurii axilari se dezvoltă stolonii, aceștia crescând în direcție orizontală și măsoară între 10 și 50 cm, înainte de a da naștere la plantele fiice. Populațiile extrem de mari de lăstari interconectați se pot dezvolta foarte rapid, deși stolonii care îi conectează, în cele din urmă mor.

Din meristemul apical se dezvoltă o inflorescență, care tinde să apară lateral datorită dezvoltării imediate a unui mugure axilar. Fiecare vârf, are o înălțime de până la 50 cm, la bază prezintă două bractee și are între 8 și 15 flori sesile mai rar poate avea și între 4 și 35 de flori. Fiecare floare are un periant lung de 1,5 cm, extinzându-se în șase lobi violeți sau liliachii care pot

avea până la 4 cm lungime. Lobul principal are un aspect romboidal și o culoare galben-strălucitor, fiind înconjurat de un violet mai profund. Odată ce inflorescența este complet apărută, procesul prin care florile se deschid toate împreună, începe noaptea și se termină dimineața apoi se ofilesc până în noaptea următoare, când pedunculul începe să se aplece. Fiecare capsulă poate conține până la 450 de semințe mici, fiecare având aproximativ 1 x 3 mm. Florile au 6 stamine, un singur stil aranjat în 3 configurații, prezintă un trimorfism floral, cu stil scurt, cu stamine medii și lungi, stil mediu cu stamine scurte și lungi, stil lung cu stamine scurte și medii. Genetic dominantă este forma de stil mediu și este de departe cea mai comună formă în aproape toate zonele infestate. În America de Sud este întâlnită forma cu stil scurt, în timp ce forma cu stil lung se găsește frecvent în America de Sud, mai rar în Asia de Sud-Est și foarte rar în Africa. Numai în Sri Lanka este cea mai comună forma de stil lung. Un set bun de semințe este dat datorită polenizării care se realizează în principal prin vânt, auto-incompatibilitatea poate să existe într-un grad mai mare la unele populații (Acevedo-Rodríguez, 2012).

#### UTILIZARE

*E. crassipes* este utilizată ca hrană furajeră pentru animale domestice precum porci, în cantități mici. În China, între anii 1950 și 1970, a fost folosită ca furaj pentru hrănirea animalelor, chiar dacă acest obicei nu este recomandat (Jianqing et al., 2001). În plus, aceasta poate fi folosită pentru fabricarea hârtiei, pentru îndepărtarea substanțelor chimice toxice din apă și pentru generarea biogazului (Montoya et al., 2013).

Zambila de apă dulce are o rată foarte mare de creștere și o capacitate sporită de a rezista diferitelor tipuri de poluare și de aceea a fost aleasă pentru tratarea apei poluate, însă aceasta are o problemă legată de eliminarea materialului recoltat (Aoyama et al., 1986; Ayade, 1998). Yan și colaboratorii (2012) au testat *E. crassipes* pentru eliminarea poluanților, și au constatat că planta nu numai că poate elimina fosforul din apă, ci și elimină fosforul solubil din sedimentele Lacului Caohai (Ndimele & Ndimele; 2013). Acest fapt ne sugerează că specia absoarbe hidrocarburi și poate fi folosită pentru remedierea ecosistemelor acvatice poluate cu petrol brut. Aceasta reprezintă o cale ieftină de epurare a apelor uzate și nu produce niciun rău mediului (Hill et al., 1999; Zhu et al., 1999).

În regiunile temperate, *Eichornia crassipes* este cel mai des utilizată ca plantă ornamentală (Cohen, 1993). Este utilizată și pentru producția de biogaz (Rodriguez et al., 1997; Sarkar & Banergee, 2013), pentru suprimarea buruienilor din Indonezia (Lamid & Wahab, 1996), ca și compost pentru a suprima nematodele în India (Verma et al., 1997). Hussain et al. (2013), prin

piroliză catalitică, au demonstrat că biomasa zambilei de apă din Panatanal, America de Sud, poate fi folosită pentru producerea de biocombustibili.

### **COMPUȘI BIOACTIVI**

La nivelul frunzei, prin extracție, se găsesc mai mulți compuși precum: alcaloizi, flavonoide, glicozide, steroizi, taninuri, chinone, terpenoide, antraquinonă, glicozide caradice, polifenoli, steroli, antociani, proteine, carotenoizi și uleiuri volatile.

Extractele realizate din masa radiculară au conținut substanțe din grupele flavonoidelor, chinonelor, antrachinonei, glicozidelor cardiace, sterolilor, polifenolilor, antraquinonă și a uleiurilor volatile (Tyagi & Agarwal, 2016).

Terpenoidele, flavonoidele, taninurile, sterozii și alcaloizii au efecte antiinflamatorii (Manach et al., 1996; Latha et al., 1998; Liu, 2003; Alkindele & Adeyemi, 2007; İlikay Orhan, 2007). Glicozidele, flavonoidele, taninurile și alcaloizii au activități hipoglicemice (Cherian & August, 1995). Alcaloizii au proprietăți farmacologice precum activitate hipotensivă (Ali & Ghatak, 1975), antimicrobiană și antimalarică (Frederich, 2002).

Plantele care conțin taninuri, glicozide și alcaloizi sunt cele mai eficiente pentru gestionarea hipertensiunii, oferind protecție pentru inimă. Flavonoidele sunt compuși cu proprietăți antioxidante și exfoliatoare prevenind totodată deteriorarea oxidativă a celulelor, dar având și puternică activitate anticancerigenă, protejând celula împotriva tuturor etapelor de carcinogeneză (Okwu, 2004). Flavanoidele au activitate anti-alergică, antiinflamatorie, antimicrobiană și anti-tumorală (Yamato & Gaynor, 2002).

### **CONCLUZII**

*Eichhornia crassipes* este o plantă invazivă și rezistentă, aparținând familiei Pontederiaceae, originară din America de Sud și are proprietatea de a îndepărta metalele grele din apă. Aceasta reprezintă o cale ieftină și naturală de epurare a apelor având și o rată a creșterii foarte mare. Zambila de apă dulce este o plantă natantă care prezintă compuși cu proprietăți anticancerogene, antioxidante, antiinflamatorii și a fost utilizată pentru producerea de biogaz, ca hrană pentru animale și în remedierea apelor poluate de petrol, metale grele și alți poluanți.

### **REFERINȚE BIBLIOGRAFICE**

- Aaway W.G., Nockold C.E., Vesik P.A. 1999. Metal localization in water hyacinth roots from an urban wetland. *Plant Cell Environ.* 22: 149–158.
- Abbott M.L., Montoya J.E., Waliczek T.M. 2013. Large scale composting as a means of managing water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Invasive Plant Science and Management.* 6(2): 243-249.

- Acevedo-Rodríguez P., Strong M.T. 2012. Catalogue of the Seed Plants of the West Indies. Washington, DC, USA: Smithsonian Institution. 1192 p.
- Adeyemi OO, Alkindale AJ. 2007. Anti-inflammatory activity of the aqueous leaf extract of *Byrsocdarpus coccineus*, Fitoterapia. 78: 25-28.
- Agami M., Reddy K.R. 1990. Competition for space between *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms and *Pistia stratiotes* L. cultured in nutrient-enriched. Aquatic Botany 38: 195–208.
- Agarwal M., Tyagi T. 2016. Phytochemical screening and GC-MS analysis of bioactive constituents in the ethanolic extract of *Pistia stratiotes* L. and *Eichhornia crassipes* (Mart.) solms. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 6(1): 195-206.
- Ali M.M., Soltan M.E. 1999. Heavy metals in aquatic macrophytes, water and hydrosols from the river Nile. Egypt J Union Arab Biol. 9: 99–115.
- Aoyama I., Nishizaki H., Yagi M. 1986. Uptake of nitrogen and phosphate, and water purification capacity by water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). Berichte des Ohara Instituts fur Landwirtschaftliche Biologie, Okayama Universitat. 19(2): 77-89.
- Atrach K.E.I., Delepiani A.G., Rodríguez R.J.C., Rumbos E. 1997. Experimental results on the production of biogas using water hyacinth and cow manure. Agronomía Tropical (Maracay). 47(4): 441-455.
- August K.T., Cherian S. 1995. Insulin sparing action of leucopelargonidin derivative isolated from *Ficus bengalensis* Linn. Indian J Exp. Biol. 33: 608-611.
- Ayade BB. 1998. Development of toxicity tolerant water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for effective treatment of raw sewage. Acta Biotechnologica 18(1): 43-50.
- Bailey L.H. 1949. Manual of Cultivated Plants. Macmillan, New York.
- Center T.D., Spencer N.R. 1981. The phenology and growth of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) in a eutrophic north-central Florida lake. Aquatic Botany 10: 1–32.
- Charudattan, R., 1986. Integrated control of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) with a pathogen, insects, and herbicides. Weed Science 34 (1): 26–30.
- Chillers C.J. 1991. Biological control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) in South Africa. Agriculture, Ecosystems and Environment 37: 207–217.
- Cohen M.A. 1993. Pondscaping with Aquatic and Marginal Plants. Tortuga Gazette. 29:6-7.
- De Mol P, Frederich M, et al. J Nat., Jacquier MJ, Philippe G, Thepenier P, Tits M. 2002. Antiplasmodial activity of alkaloids from various *Strychnos* species. J Nat Prod. 65:1381.
- Geetha T., Latha R.M., Varalakshmi P. 1998. Effect of *Vernonia cinerea* less flower extract in adjuvant-induced arthritis. General Pharmacol. 31: 601-608.
- Hill G., Cock M., Hill G., Howard G. 1999. A global review of water hyacinth - its control and utilisation. CABI Bioscience and IUCN.
- Ianovici N. 2010. *Citohistologie și morfoanatomia organelor vegetative*, Ed. Mirton, Timișoara, 385 p
- Jianqing D., Weidong F., Ren W., Guoliang Z.. 2001. Water hyacinth in China: its distribution, problems and control status. In: Julien M.H., Hill M.P., Center T.D., Jianqing D., eds. Biological and integrated control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. ACIAR Proceedings, No. 102. Canberra, Australia: ACIAR. 32-29.
- Liu R.H. 2003. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. Am. J Clin. Nutr. 78: 517S-520S.
- Mahendra S., Samar R., Sharma G.L., Singh M., Verma R.D. 1997. Effect of soil amendment against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on bottlegourd. Indian Journal of Nematology. 27:255-256.
- Manach C., Regeat F., Texier O. 1996. Bioavailability, metabolism and physiological impact of 4-oxoflavonoids. Nutr. Res. 16: 517-544.
- Ndimele C.C., Ndimele P.E. 2013. Comparative effects of biostimulation and phytoremediation on crude oil degradation and absorption by water hyacinth (*Eichhornia crassipes* [Mart.] Solms). International Journal of Environmental Studies. 70(2): 241-258.
- Okwu D.E. 2004. Phytochemicals and vitamin contents of indigenous species of South Eastern Nigeria J. Sustain Agric. Environ. 6: 30-34.
- Qaisar M., Ping Z., Rehan S.M., Ejaz ul I., Rashid A.M., Yousaf H. 2005. Anatomical studies on water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) under the influence of textile wastewater. J. Zhejiang Univ. Sci. B 6: 991–998.

**BORCA & DATCU:** Morphology, bioactive compounds and uses of *Eichhornia crassipes*

- Qian J.H., de Souza M., Terry N., Zayed A.M., Zhu Y.L. 1999. Phytoaccumulation of trace elements by wetland plants: II. Water hyacinth. *Journal of Environmental Quality*. 28: 339-344.
- Rashed M.N., Soltan M.E. 2003. Laboratory study on the survival of water hyacinth under several conditions of heavy metal concentrations. *Advances in Environmental Research* 7: 321–334.
- Senner B., Yesilada E., Kupeli E., Orhan I. 2007. Appraisal of anti-inflammatory potential of the clubmoss, *Lycopodium clavatum* L. *J Ethnopharmacol*. 109: 146-150.
- Yahya M.N. 1990. The absorption of metal ions by *Eichhornia crassipes*. *Chem Speciation Bioavailability* 2: 82–91.
- Yamato Y., Gaynor R.B. 2002. Thepeutic potential of inhibitory of the NF.KB pathway in the treatment of inflammation and cancer, *Journal of clinical investigation*. 493-503.