



Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Információs Központ | dr.braun.tibor@gmail.com

Húsevő növények molekuláris metabolizmusa

Létfenntartáshoz előállított élelem

Előszó

Talán furcsának, sőt, meglepőnek tűnik, hogy a húsevő növények századok óta érdeklik a világot, mert ezek a figyelemre méltó növények adaptálódtak ahhoz, hogy túléljék a táplálékban szűkös körülményeket. Ennek érdekében áldozatul ejtenek és elfogyasztanak rovarokat, ízeltlábúakat és más, kisebb gerincteleneket, amelyekből szervesen tápanyagokat, különösen nitrogént és foszfort állítanak elő. [1] Különböző zárt vagy zárható formájú levelekkel, esetleg csápjaikkal rovarok és más ízeltlábúak elejtésére képesek. Ezeket metabolizálják (megemésztik), majd a képződött folyadékterméket magukba szívják növekedésük és szaporodásuk érdekében. A levelek tulajdonképpen csapdaként, kelepceként alakulnak ki és működnek. A húsevő növények 10–80% nitrogént tudnak kivonni a csapdába ejtett áldozataikból. [2] A zárhatóvá tehető levelek akkorák lehetnek, hogy a növények kisebb békákat vagy egereket is magukba tudnak fogadni és megemésztve elfogyasztani.

Bevezetés

Charles Darwin volt az első, aki a viktoriánus Angliában (1875) publikált *Insectivorous plants* című könyvében kimutatta, hogy húsevő növények emésztő fluidumot (folyadékot) bocsátanak ki nitrogént tartalmazó élőlények (főleg rovarok) befogására és feldolgozására, ezáltal megalapozva a húsevő növények mindmáig tartó kutatását. Jelenleg több mint 650 húsevő növényfajta ismeretes, többségük olyan ökoszisztémában él, amiben bőséges a napfény és a víz, például lápokban, mocsarakban, és vizes, sziklás területeken. [3] Lévén, hogy ezúttal a botanika szerepe csak másodlagos, a húsevő növények felsorolására nem

kívánunk kitérni, de példaként egy húsevő növény családot, a szegfűvirágúak rendjébe tartozó kancsókat röviden megemlítünk. A kancsóka vagy kancsóvirág (tudományos neve, a *Nepenthes* görög eredetű: né = tagadó előtag, penthes = bánat, szomorúság) a szegfűvirágúak (*Caryophyllales*) rendjébe tartozó kancsókafelek családjának egyetlen nemzetsége. Nevét a rovarfogás céljaira kancsó alakúvá módosult levelekről kapta (1. ábra). Ez a trópusi indás faj Dél-Kínában, Indonéziában, Malaj-



1. ábra. A kancsóka húsevő növény viráglevele (csapdája)

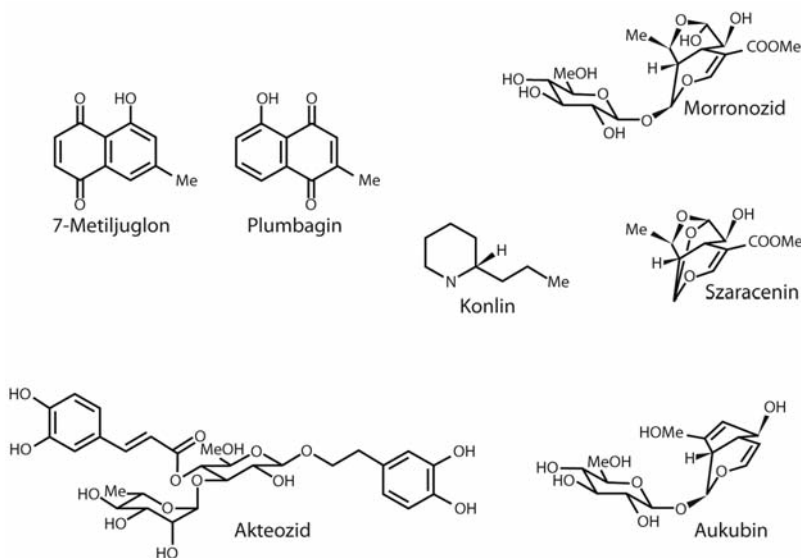
ziában és a Fülöp-szigeteken honos. A kancsóka a harmatfűlődőkéből származhatnak, eddig kb. 160 kancsóka családot azonosítottak. [4, 5]

Emésztési mechanizmus

A húsevő növények többféle módon vonzzák magukhoz a prédát. Például a kancsóka a nektárral való édesgetést, a nagy szájnnyílást, valamint virágillat terjesztését használja. Csalogatási lehetőség még CO₂-

gradiens kialakítása is a levélcspada körül. [6] Bizonyos fajok, mint az *N. rafflesiana*, a levélcspadában a zsákmány helyben tartására viszkoelasztikus, ragacsos fluidumot tartogat. A kancsóka számos rovar, legtöbbször hangyákat zsákmányol. A kancsóbeli fluidum általában savas, 2–6 pH-jú annak érdekében, hogy megkönnyítse a préda enzimes lebontását. Az emésztési mirigyek számos enzimeket bocsátanak ki, például proteázokat, kitingázokat, RNS-ázokat és foszfatázokat. [4] Más fehérjék is hozzájárulhatnak a zsákmány bomlásához. Ilyenek például a béta-D-xilozidázok. [7] További fehérjék feladata a húsevő növények védelme a patogének ellen. Ezeket patogénkapcsolatú fehérjéknek nevezik. [8] Bizonyos viták vannak a húsevő növények emésztőfolyadékaiban talált enzimek eredetéről például abban, hogy az enzimeket a növény bocsátja-e ki, vagy az emésztő fluidumban lévő mikrobiális közösségből származnak-e. Egyesek úgy vélik, hogy az enzimek a levelekről kerülnek a csapdába lévő folyadékba. Amikor a rovarokból származó nitrogéntartalmú vegyületeket az emésztési enzimek feldolgozták, azokat a növény szövetébe juttatják annak érdekében, hogy növekedését és szaporodását támogassák.

Az aszpartikus proteáz azért vált érdekessé, mert ez az enzim stabilabb és jobban működik savas környezetben, mint a pepszindigestív proteáz. [9] Nemrég fedték fel a kancsókaiban az endopeptidázok két új enzimjét. Ezek szerepe a hiszton teljes proteomosa kialakítását helyettesítve tripszint, fehérjéket hidrolizál az emésztőrendszerben. Aszpartikus proteáz például a hidrogén/deutérium cserés kísérletekben vagy natív diszulfidhidak elemzésében alkalmaznak. [10] Ugyancsak kimutatták, hogy a kitingindukció – az N-acetilglükózamin (2. ábra) révén – a kancsóka oligo-



2. ábra. N-acetilglükózamin oligomer

merjeiben jelentősen ösztönzi az oldható endokitináz metabolizáló enzimek keletkezését. [4]

A húsevő növények ökológiailag definiált csoportot képeznek, de filogenetikailag nem. Ezért esetükben nem várható, hogy szekunder (másodlagos) metabolitjaik homogének legyenek. Újabb filogenetikai kölcsönhatások tanulmányozása során bizonyos vegyületek jelenlétére/hiányára is rámutattak [11] a húsevő növényeknél. A 3. ábrán feltüntetünk néhány fontos metabolitmolekulát.

A húsevő növények ökológiája

A húsevő növények legalább 6 különböző nemzetségből erednek, mindegyikük megváltoztatott levelek fejlődését alakította ki állatok (főleg rovarok) befogására és megemésztésére tápanyagok szerzése érdekében. Miközben a mérsékelt égövön a legtöbb húsevő növény lágokban és mocsarakban található, trópusi és szubtrópusi

helyeken bizonyos fajok erdős zónákban, valamint szárazabb talajokban és napos helyeken is fellelhetők. A húsevő növények gyakran meglepő és összetett kölcsönhatásba lépnek bizonyos rovarokkal amellett, hogy egyeseket bekebeleznek.

A húsevő növények többféle ökorendszeri szolgálattal az embert is segítik. Például nagy mennyiségű dipterát is fogyasztanak, mint például moszkítókat (szúnyogokat), sőt, szentjánosbogarakat is, amelyek emberi betegségeket hordoznak. Ezenfelül egyes húsevő növényfajták moszkítótojásokat és -lárvákat is fogyasztanak. Ez azért is fontos, mert a moszkítókat és társaik évente körülbelül 200 millió embert fertőznek meg, 700 milliót veszélyeztetnek, valamint 20 millió ember komoly egészségügyi következményektől szenved. Ennek megfelelően fontos, hogy a húsevő növények komolyan védenek a dipterák csípéseitől és a betegségek továbbadásától, ezáltal az emberiségnek szüksége van rájuk.

Utószó

Annak ellenére, hogy valószínűleg a húsevő (tulajdonképpen rovarevő) jelleg egyes olvasók számára zavarónak, illetve riasztónak tűnik, hozzá kell tennünk, mint már említettük, ezt a tevékenységet a növényekben nem a gyilkos ösztön, a ragadozó kegyetlenség váltja ki, hanem a fejlődés során alakult ki, amikor más úton nem tudták fenntartani a létüket. Hogy ne csak tevékenységük nem igazán vonzóan hangzó jellegét említsük, szót kell ejtenünk virágjellegű külsejükről és kis túlzással, mondhatnánk, szépségéről, amit a 4. ábra illusztrál. A szépség, a vonzó külső, valamint a dipterák pusztításából származó hasz-

nosság sokak szerint ellensúlyozza, sőt, túl is szárnyalja a húsevő növények ragadozó jellegű ijesztő elnevezését. Még egyszer említenénk, hogy nem a gyilkolás ösztöne rejlik a húsevő növények tevékenysége mögött, hanem a létfenntartásé. Sajnos, a gyilkolás igazi motivációs ösztöne csak az emberi fajnál van jelen.

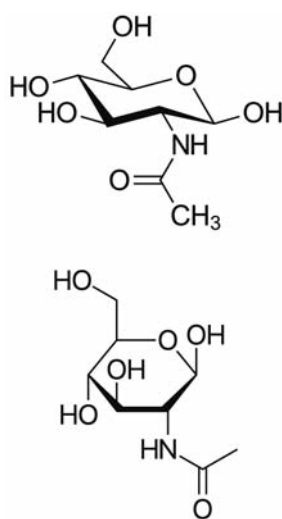
Az írás elején említettük: Charles Darwin fedezte fel, hogy ezek a növények befogják és megemésztik élő rovarokat.



4. ábra. A húsevő kancsókák virágszerű szépsége

Ezt a tevékenységet persze még a biológiai szükséglet magyarázatával sem kell és lehet elfogadhatóan vonzóvá tenni. Talán nem felesleges említeni, hogy a darwini időkben születtek olyan művek, amelyek a fentiek ellentétéiként mutatták be a növények életét és fejlődését.

Végül talán az *Annals of Botany*-ban, a botanika egyik legrangosabb folyóiratában megjelent: *Quite a few reasons for calling carnivores the most wonderful plants in the world* című összefoglaló cikkel [12] fejeznék be a húsevő növények bemutatását, amit ajánlunk azoknak az olvasóinknak, akik mélyebbre kívánnának ásni dolgozatunk témájában.



3. ábra. Húsevő növényekben azonosított, jellemző metabolitmolekulák

IRODALOM

- [1] V.Azlassnig, M.Peroutka, D.Lendl, *Ann. Botany* (2011) 107, 181.
- [2] S.W.Behije, M.J.Bidochka, *Insects* (2013) 4, 413.
- [3] A.M.Ellison, L.Adamec, *Carnivorous Plants*, Oxford University Press, New York, 2018.
- [4] H.Ellenberg, S.Pnini-Cohen, S.Schuster, A.Movtchan, A.Zilberstein, *J. Exp. Botany* (2006) 57, 2775.
- [5] C.Thorogood, J.Bauer, U.Hishkock, J.Simon, *New Phyt.* (2017) 3, 1035.
- [6] S.Baby, A.J.Johnson, E.J.Zachariah, A.A.Hussain, *Sci.Rep.* (2017) 7, 1.
- [7] N.Hatano, D.Hamada, *J.Proteom Res.* (2008) 7, 809.
- [8] F.Buch, M.Rott, S.Rottloff, *Ann. Bot.* (2013) 111, 375.
- [9] A.Kadek, H.Mrazek, B.Holoda, M.Rey, D.C.Schriemer, B.Man, *Anal. Chem.* (2014) 86, 4287.
- [10] C.U.Schräder, L.Lee, M.Rey, *Molek Cell. Proteomix* (2017) 16, 1162.
- [10] K.T.Müller, L.Borsch, S.Legendre, I.Porenbaki, I.Thaisen, W.Barthlott, *Plant. Biol.* (2004) 6, 477.
- [12] E.Król, B.J.Blachno, L.Adamec, M.Stolarz, H.Dziubinska, K.Trebacz, *Ann. Bot.* (2012) 109, 47.