

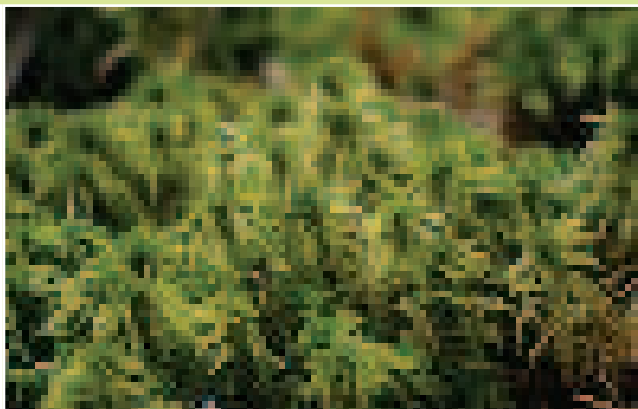
# KISZÁRADÁSTŰRÉS VAGY SZÁRAZSÁGKERÜLÉS?

A legutóbbi években hazánkban is egyre inkább tapasztalt szélsőséges időjárási viszonyok, a hosszabb és szárazabb nyári periódusok, időszakos és egyenlőtlen csapadékhullások mind a globális klímaváltozás számlájára írhatók. Kutatásainkban a klímaváltozással együtt járó kiszáradást eltérő mértékben, ugyanakkor szélsőséges formában toleráló természetes életközösségek és egyedeik vizsgálatára, ökológiai és élettani sajátosságai feltárására fókuszálunk.

Az emberi hatások következtében kialakuló globális klímaváltozás környezetünk természeti folyamatainak nagymértékű átrendeződéséhez vezet, s e folyamatok ökológiai, ökonómiai és

kiszáradástűrő mechanizmusának feltárását. A globális klímaváltozással együtt járó folyamatokra – így a hőmérséklet és a vízállapot változásaira – nézve kulcsfontosságú válasz, hogy a kiszáradástűrő, a szárazság-

száradásnak, s száraztömegük víztartalma 10 százalék vagy annál is kevesebb lehet. Más szóval, ezek a specializálódott növények képesek túlélni sejtjeik víztartalmának legalább 90–95 százalékos elvesztését is.



Eltérő toleranciájú szárazságkerülő tőzegmohák egy állományban

szociális kríziseket is magukban hordozhatnak. Az üvegházhatás várható fokozódása és a földi átlaghőmérséklet megemelkedése globális változásokat okoz. A kutatók között egyetértés van abban, hogy a globális felmelegedés nagy hatással lesz az ökoszisztémák közül a növényi rendszerek fiziológiai folyamataira, mi több, komplex ökológiai kölcsönhatások megváltozásával fog együtt járn.

Az előrejelzések és az utóbbi évek tapasztalatai alapján a klímaváltozásban a hőmérséklet-emelkedés, a csapadék mennyiségének csökkenése és egyenlőtlenebb eloszlása várható. Mindezek valamennyi biológiai szinten előtérbe hozzák a növényi

tűrő, valamint a szárazságkerülő növények milyen ökofiziológiai és ökológiai adaptációra képesek.

## A trópusoktól a sarkkörökig

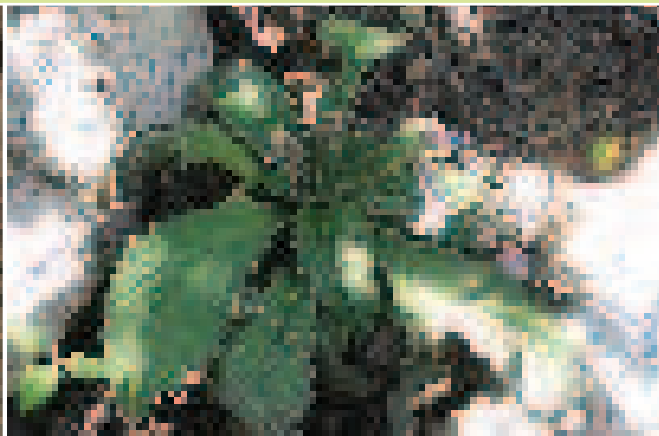
Régóta ismert, hogy a törzsfajlás szempontjából a zuzmók, algák, mohák, páfrányok és virágos növények igen eltérő fajú képesek túlélni a kiszáradt állapotot – néhány nap időtartamtól akár hosszú hónapokon, sőt éveken keresztül is –, majd újra vízhez jutva visszanyerik normális életműködésüket. A vízstressz

legszélsőségesebb toleranciája a vegetatív szervekben (hajtásban, gyökérben) olyan kiszáradástűrő növények esetében figyelhető meg, amelyek főtőszintetizáló sejtjei ellenállnak a ki-

A kiszáradástűrő növények a trópusoktól a sarkkörökig számos ökoszisztéma meghatározó alkotórészei, melyek működését és jellegét nagymértékben meghatározzák a növények életfolyamatai. A nem szabályozott, kontrolálatlan vízháztartású – szakszóval *poikilohidrikus* – növények a szélsőséges éghajlati viszonyokhoz jelentős mértékben képesek alkalmazkodni, ezáltal viszonylagos sikerre tesznek szert. Így lehetővé válik számukra, hogy túléljenek, sőt növekedjenek, elkerülve ezzel a normális, szabályozott vízháztartású – *homiohidrikus* – növényfajokkal való erős versengést.

Az alacsonyabb rendű és edényes polikilohidrikus fajok sikeres pionírok: uralkodóvá válnak, amint a hely nem megfelelő a homiohid-





**Kiszáradt állapotban tipikus klorofillvesztő stratégiájú afrikai kiszáradástűrő *Xerophyta viscosa* és a klorofilltartalmát megtartó, Bulgáriában őshonos *Haberlea rhodopensis***

rikus növények megtelepedéséhez. A nyílt, megvilágított talajfelszínen számos edényes polikilohidrikus faj alkot csoportokat, gyepeket vagy szőnyegeket, míg a virágtalan növények (kriptogám fajok) jellemzően sivatagokban képeznek összefüggő, kórokozó növénytakarót. Jóllehet mindkét csoport fontos ökológiaiailag, a talajeróziót főként az utóbbiak csökkentik és járulnak ily módon a talaj vízmegkötő képességének, valamint fizikai és kémiai tulajdonságainak fenntartásához.

A kiszáradástűrési képessége számos élőlénycsoportra kiterjed, köztük algákra, cianobaktériumokra, gombákra, zuzmókra és mohákra, nyugalmi állapotban lévő magokra és spórákra vagy akár hajtásos növényekre. Ezzel ellentétben a magasabb rendű (virágos) növények többsége nem képes túlenni a kiszáradást. Az előbbi növényeknek ugyanis van néhány olyan jellegzetes tulajdonsága, amely lehetővé teszi számukra a száraz időszak túlélését anélkül, hogy a regenerációra és növekedésre való képességüket elvesztenék. A vízellátottság hiányának károsító hatásaival való megbirkózás képessége azonban számukra is számos adaptációs mechanizmus összetett együttműködését kívánja meg. A kiszáradt állapotban eltöltött extrém hosszú idő megviseli e növények ellenálló képességét is, annak dacára, hogy regenerációjuk ebben az esetben is bekövetkezik. Az azonos kiszáradástűrési stratégiai csoportba tartozó fajok különböző válaszképzése eltérő adaptációs képességük mértékét tükrözi, azt leginkább a lokális mikroklíma határozza meg.

A szárazság egy szervezet környezetének a rendelkezésre álló alacsony vízmennyiségét jelenti, míg a kiszáradás a szervezet sejtjeiben levő alacsony vízmennyiségre utal.

### **Az első áldozatok**

Sok élőlény elviseli a szárazságot – de nem kiszáradással – olyan folyamatok révén, mint például a sivatagi kaktuszok víztárolása. Ezek a szervezetek nem tudnak kiszáradni anélkül, hogy ne halnának bele. Ugyanakkor a kiszáradástűrési néha azt a képességet is jelöli, melynek révén az élőlény túléli a kiszáradást teljes vagy optimális vízmennyiség mellett – ez a részleges kiszáradástűrési. Fontos funkcionális különbség a teljes és részleges kiszáradás között, hogy előbbi esetben az anyagcsere szünetelése következik be, utóbbiban az anyagcsere fenntartására fókuszál a növény.

Az alacsonyabb rendű növénycsoportok közül a *tőzegmohák* kiszáradáshoz való alkalmazkodási stratégiája sok érdekességet rejt. A tőzegmohák morfológiai adaptációs képességük révén szárazságkerülő, de semmiképpen sem sorolhatók a kiszáradástűrő növények közé. Ugyanakkor ez a szárazság kifejezi a stresszel szembeni bizonyos szintű toleranciájukat is. A tőzegmohákra hosszú távon mindenképpen végzetesek a kiszáradástűrő növényekre kiszáradt állapotban jellemző víztartalmi állapotok. Bizonyos fajok azonban igen ellenállóak lehetnek a szárazsággal szemben, sőt, vannak kimondottan toleránsnak tekinthető fajok. Morfológiai jellemvonásaik sajátosságainak, a kiszáradt állapot mértékének és időbeliségének feltárása jelenleg nagy hiányosságokat rejt.

A tőzegmohák többségének a túléléshez szüksége van bőséges vízellátottságra, olyannyira, hogy természetes élőhelyükön kétségtelenül ők a kiszáradás első áldozatai. A fajok szárazságtoleranciájának mértéke változó, számos tőzegmohafaj képes újrakedésre hosszabb idejű kiszáradást követően is.

Míg a száraz élőhelyekhez alkalmazkodott valódi lombosmohák (*Syntrichia*, *Grimmia*, *Orthotrichum* nemzetségek fajai) képesek a napi kiszáradás-újranedvesedési ciklusok nagyfokú tolerálására, addig a tőzegmohák kevésbé ellenállóak a gyakori kiszáradással szemben. A tőzegek morfológiai adaptációjuk révén képesek a vízmegtartásra. A szőnyegalkotók közül a mélyebben fekvő, kevésbé kiemelkedő, részben víz alá merülő – főként síklápokon jellemző – fajok kevésbé tolerálják a hosszabb idejű kiszáradást, mint a zombékot alkotó dagadólapi fajok, melyek természetes szár-, illetve áglevelekkel könnyítik a kapillaritás révén megvalósuló vízfelvételt. A holt sejtek (hyalinsejtek) nagy mennyiségű víz megtartására képesek. Ez és a sűrűn elhelyezkedő fejcskék komplex állományszerkezete, valamint a szár- és áglevelek robusztus felépítése együttesen alakítanak ki olyan sajátos növénymorfológiát, amely inkább szárazsággal szembeni adaptációs képességet, mintsem kiszáradástűrő mechanizmust sugall.

### **Ökológiai stratégiák**

Ugyanakkor a különböző tőzegmohafajok állományszerkezetében mutatkozó jelentős eltérések jól tükrözik a kiszáradás tolerálásának különböző mértékét. Hasonló állományszerke-



**Átmeneti stratégiájú az afrikai kiszáradástűrő Myrothamnus flabellifolia kiszáradt és újrázöldült állapotban** (A SZERZŐ FELVÉTELEI)

zetű fajok között is megfigyelhetők az elkerülő, illetve toleráns stratégiák; a szárazság elkerülése a hatékonyabb víztartó képességnek, a tolerancia az alacsonyabb víztartalom melletti jobb túlélőképességnek tudható be.

Az ökológiai adaptációnak megfelelően az egyes kiszáradástűrési stratégiai vonalak (például lebomló, illetve megtartó klorofiltartalmak) eltérhetnek egymástól és átfedhetnek egymással, azaz kettő vagy több stratégia is jelen lehet egyidejűleg egy adott élőhelyen. Ennek az ökológiai spektrumnak mindkét végpontja kitüntetett érdeklődési terület. Bizonyára létezik egyfajta optimalizáló folyamat a fotoszintetikus apparátus védelmére és javítására, amely gyorsan visszaállítható állapotban tartja a fotoszintetikus rendszert a kiszáradás hosszabb periódusai alatt, valamint a fotoszintetikus apparátus *de novo* (újra) szintézisének

„költsége” között. A kiszáradástűrő növények adaptív mechanizmusait szélsőséges ökológiai helyzetekben megérteni csak a fiziológia és az ökológia területét is magában foglaló tág összefüggésben lehet.

### Jövőbeli kilátások

Hosszú távon várható, hogy jelen kutatás eredményei gyarapítják meglévő ismereteinket a szárazságnak a termesztett növényekre gyakorolt stresszhatásairól. Remélhetőleg hasznosak lesznek a jövőben a fajtamódosításban: a szárazság káros hatásainak ellenálló terméseket fejlesztő és a szárazság ártalmatlan hatásait toleráló termesztett növények létrehozásához. Közvetlen gyakorlati nyereség pedig a növénytermesztésben való alkalmazásból származó információk elérhetőségében lehet, így az agrártudományok és a hosszú életciklusú kultúrákkal dolgozó gyakorlati mezőgazdaság szintén hasznosíthatja e kutatás eredményeit. A vegetatív fotoszintetizáló növényi szövetek életképességét kiszáradt állapotban is lehetővé tevő molekuláris mechanizmusoknak és tulajdonságoknak a megértése fontos kritériuma lesz a termesztett növények kiválasztásának és nemesítésének, hogy a fajták a hosszabb száraz

periódusokat is túl tudják élni. Minden globális klímaváltozással foglalkozó modell a szárazság gyakoriságának növekedését jelzi, ezért a kiszáradástűrő növények jelentősége a természetes növényzetben szintén csak fokozódhat a jövőben.

A botanika hagyományos területein – mint a morfológia és az anatómia – egyes, néha bizzar növekedési formák (áltörzs, levélrosetták, speciális járulékos gyökerek stb.) lényeges működésbeli tulajdonságairól is hiányos a tudásunk. Az eredmények ökológiai szempontból is fontosak, hiszen természetes ökoszisztémák növényfajainak vizsgálataiból származnak, s mint ilyenek, a természetvédelem számára hasznos információkkal szolgálhatnak. Mindez biztosítja a természet megóvásában és a környezetvédelmi gyakorlatban való széleskörű alkalmazhatóságukat.

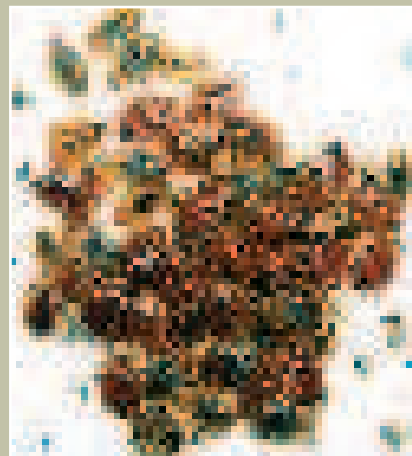
PÉLI EVELIN RAMÓNA



### Csábító koktél ágyi poloskák ellen

Az ágyi poloskák az egész világon elterjedt vérszívó rovarok. Mivel kifejezetten is mindössze akkorák, mint egy almamag, nagyon nehéz őket észrevenni nappali rejtékhelyeiken. Éjjel bújnak elő és szűrják meg alvó áldozatukat, aki a csípést legfeljebb ébredés után észleli, ha a bőre szűnyogcsípés nyomáéhoz hasonlóan bepirosodik. Noha jelenleg úgy tudjuk, hogy az ágyi poloskák nem terjesztenek betegségeket, nagyon bosszantó, ha beköltöznek a lakásba.

Változatos búvóhelyeik miatt a kiirtásuk roppant nehéz. Újabb reményt jelent, hogy kanadai kutatók hat komponensből (dimetil-diszulfid, dimetil-



trisulfid, (E)-2-hexenal, (E)-2-oktenol, 2-hexanon, hisztamin) összeállítottak egy olyan keveréket, amely segít összegyűjteni és csapdába ejteni a rovarokat. Mégpedig függetlenül attól, hogy jóllakottak-e vagy éhesek, lárvák-e vagy kifejlettek, nőtények vagy hímek. A koktéllal átitatott csapdák hétszer több rovarot gyűjtenek be, mint a koktél nélküliek.

A készítmény az ágyi poloskák számára a természetes feromonját utánozza, amelyet biztonságos rejtékhelyükön bocsátanak ki. A vegyületek azonosításához 18 000 vedlett kitingpáncélt és ürüléket dolgoztak fel a kutatók, akik abban bíznak, hogy már jövőre piacra dobhatják az új csapdát.

KUBINYI ENIKŐ