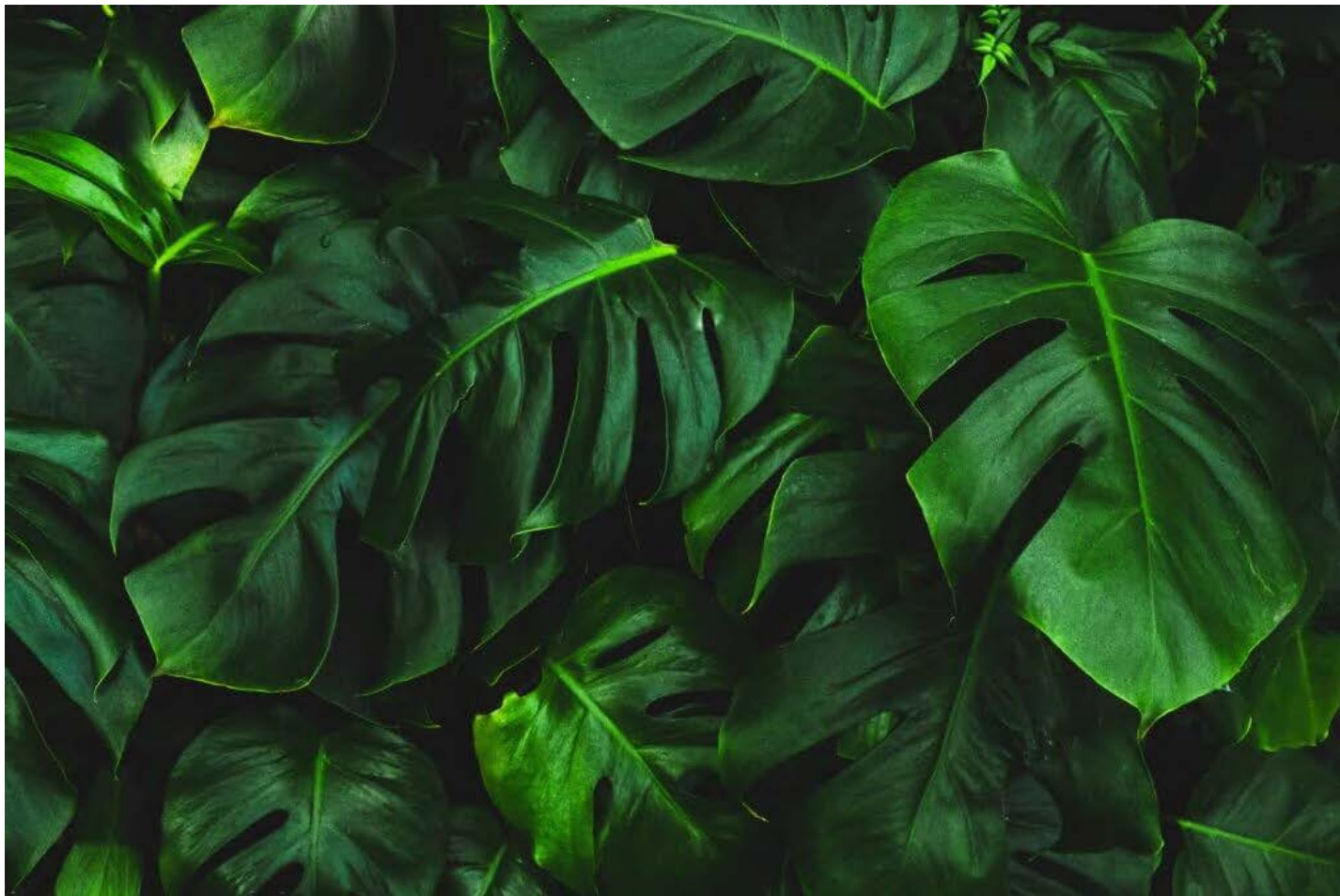


Szigeti Zoltán

NÖVÉNYEK, HA BESZÉLGETNEK

[INTÉS AZ ŐRZŐKHÖZ]

2020-09-09 | ESSZÉ, INTÉS AZ ŐRZŐKHÖZ



Kommunikáció az élet valamennyi területén és szintjén létezik. Régóta foglalkoztatja a kutatókat, hogy miképpen működik a növények, valamint a növény és környezete között. Mert egy sor bizonyíték van arra, hogy a növények a környezetükből jeleket kapnak, és jeleket adnak le, azaz kommunikálnak – antropomorfizálva azt mondhatjuk: „beszélgetnek”. A kérdés már Darwint is foglalkoztatta. Az elmúlt 30–40

év során kifejlesztett kutatási módszerek segítségével napjainkban jutott el a tudomány odáig, hogy a növények kommunikációs kapcsolatrendszerét mélyrehatóbban vizsgálja, de egyelőre csak részeredményekig jutottunk.

A növényi kommunikáció a növények közötti, illetve a növények és a környezet más élő elemei közötti információátadás. Ide tartozik az azonos és különböző növényfajok egyedei közti, de a növények és a károsító rovarok vagy mikrobiális patogének közti, és a velük szorosan együttélő, mindkét szervezet számára egyaránt hasznos szimbióta szervezetekkel folytatott információcsere is. A növények és a velük kapcsolatba kerülő más élőlények együttélése a kommunikációval koordinálódik.

nincs agyuk

Az embernél és az állatoknál a kommunikáció lehet szándékos vagy akaratlan. A növények és az állatok közt a leglényegesebb különbség, hogy a növényeknél nincs meg az organizmus szintjén központosított jelfeldolgozás/értékelés/válasz koordináció, hiszen nincs központi idegrendszerük. Nincsenek az egyedi ingereket felfogó specializált érzékszerveik sem. Az érzékelés, a feldolgozás a szervezetben mindenütt történhet. A növényekről szólva ezért is fontos megjegyezni, hogy mivel nincs agyuk vagy más központi szabályozó rendszerük, a jel küldőjének soha nem áll „szándékában” a közlés, és így az is „közömbös”, hogy a kibocsátott jelzés hasznos vagy káros akár a küldőnek, akár a befogadónak.



A fitobiomot a növények és környezetük alkotják, beleértve a velük kölcsönható különböző mikroszkopikus és makroszkopikus élő szervezeteket, amelyek együttesen befolyásolják a növények egészséges működését. A növényekben számos anyag van, ami jelfunkciót tölt be. Ezek a jelmolekulák a fitobiom alakításában csalogatás, taszítás vagy a különböző szervezetek és a környezet közti kölcsönhatások koordinálása révén vesznek részt. Ezek a kölcsönhatások érvényesülhetnek a talajban, a gyökerek szintjén is. A talajszint felett az illóanyagok segíthetnek a növényeknek az alkalmazkodásban és a környezet forrásaiért más egyedekkel folytatott versengésben, kompetícióban is, akár csak azzal, hogy azonosítják a szomszéd növényt és annak növekedési képességeit.

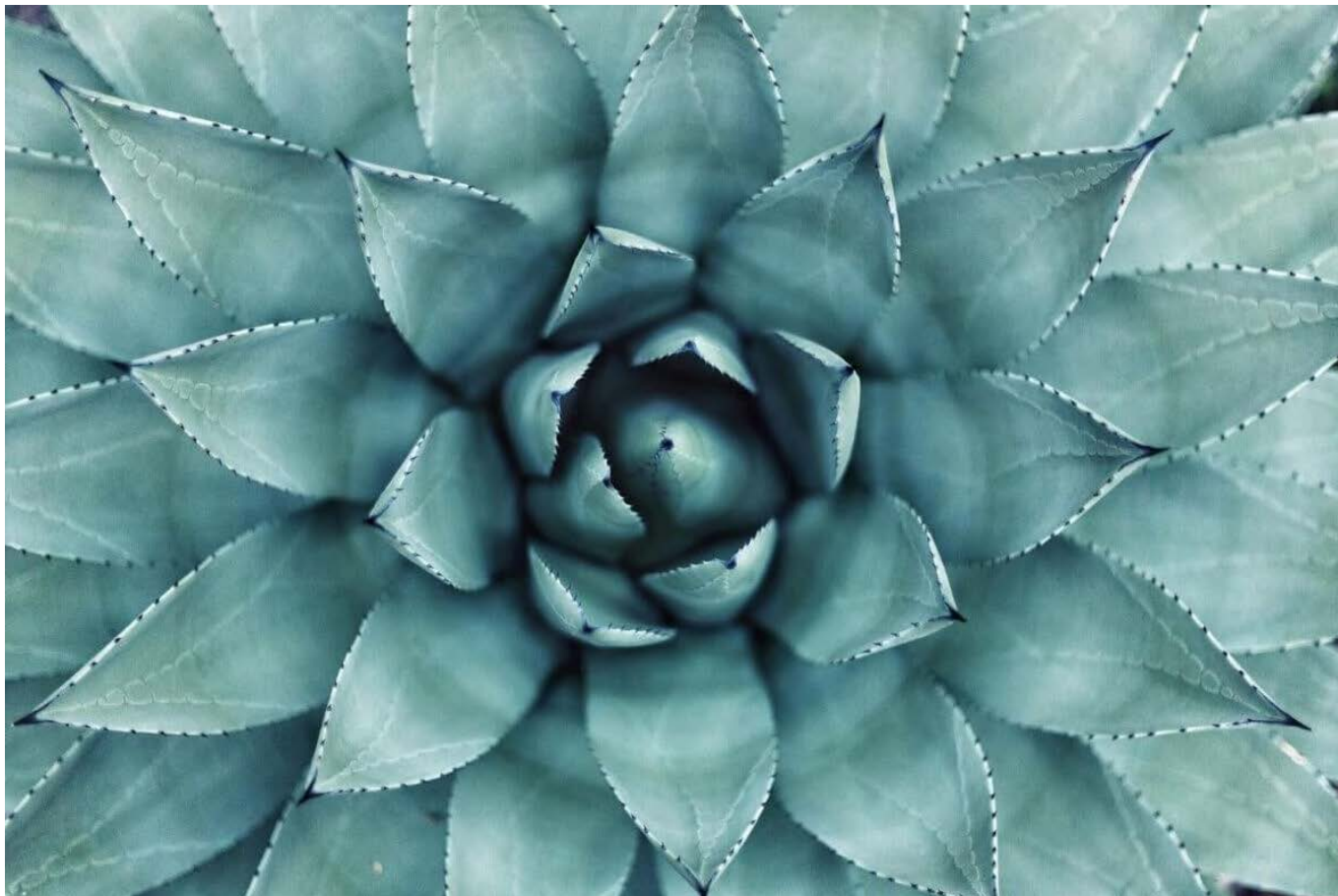
A növényi test egésze kapcsolatban van külső környezetével és kommunikál, de a növényi szervezet egészének működése sem képzelhető el teste egyes részeinek koordinált együttműködése nélkül: ez valamennyi szerveződési szinten – a sejtorganelleumok, a sejtek, a szervek szintjén – folyamatosan zajlik.

illékony anyagokkal

A növények közötti kommunikációról szóló első tudományos közlemények az 1980-as évek első felében születtek, és arról számoltak be, hogy egy bizonyos fűzfa faj egyede, amely egy lepke

hernyója által megtámadott fajtársa mellett fejlődött, nagyobb ellenállást mutatott a kártevővel szemben, mint a rágáskárt elszenvedő növénytől távolabb elhelyezkedő társai. Feltételezték, hogy a károsított egyed valamilyen légnemű jellel „figyelmeztette” a közelében lévő, még érintetlen növényt a veszélyre. Ezeket az eredményeket akkoriban kétkedve fogadták, de jóval később, egy precízen kivitelezett kísérletben minden kétséget kizáróan bizonyították az illékony anyagokkal történő kommunikációt egyes egyedek között – más fajok esetében is. A légtéren keresztül kiváltott hatás a nem sérült, ép növény szempontjából előnyös, mert így még az őt érő közvetlen károsító hatás (a hernyó rágása) előtt „értesülhetett” a veszélyről.

A virágok illóanyag kibocsátása régóta ismert, ez elsősorban a beporzók vonzása miatt fontos, de a más növényekre gyakorolt hatás sem elhanyagolható. Az illóanyagok másik növény általi érzékelése ugyanis növeli a rátermettséget, mert a virágok illékony anyagai a beporzás, a megtermékenyítés esélyeiről, lehetőségéről, állapotáról informálnak. A növények más szervei is bocsátanak ki olyan illó, másodlagos anyagcsere termékeket, melyek, mint információ-közvetítők, növelhetik a helyhez kötöttségükkel, a talajba gyökerezettségükkel járó kihívások elhárításának esélyét, illetve más növényekkel és egyéb szervezetekkel kialakított kapcsolat közvetítői lehetnek. Feltételezik, hogy ezeknek az illékony anyagoknak kezdeti, ősi funkciója a közvetlen védekezés volt. Ilyen védő funkciójú anyagokat, kis mennyiségben ugyan, de a sértetlen, ép növény is termel, például érintés hatására. Kukoricánál mutatták ki, hogy már rövid és enyhe érintés hatására percek alatt megindul egyes védekező gének működése és annak nyomán specifikus illóanyagok szintézise.



Az evolúció során a növények először mikroorganizmusokkal kerültek kapcsolatba, jóval később rovarokkal, és mindkét csoporttal szemben bonyolult felismerési és védekezési stratégiát alakítottak ki. A növények a mikrobák – és nem csak a patogének – hatására bocsátottak ki védelmi funkciót betöltő illóanyagokat. Feltételezhető, hogy a mikroorganizmusokkal szemben kialakított kémiai védő mechanizmusokon alapulnak a rovarokkal, lárváikkal szemben alkalmazottak is, melyek a hosszas együttes törzsfajlás – koevolúció – során alakultak ki.

Az illékony anyagok nemcsak a sérült, károsított növénytől az egészséges szomszéd egyedhez vezető jelátvitelben játszanak fontos szerepet, hanem a növényevő által károsított növényi részből ugyanazon egyed távolabbi, ép részébe is a közvetítésükkel juthat el az információ. Egy levelet károsító herbivór (fogyasztó), pl. levéltetű, hernyó, illetve gomba vagy patogén által okozott sérülés esetén a levélben termelt illékony anyagok – azon kívül, hogy eléri a szomszéd növényt is – ugyanazon növény más leveleire is hatnak. Az illékony jelátvivő anyagok a károsítók elleni közvetlen védelemben úgy vesznek részt, hogy a közvetlenül érintett és a távolabbi levelekben

is olyan anyagok termelését váltják ki, amelyek a növényevő rovar szervezetébe kerülve a proteinek bontó enzimek egyikét gátolják, így megakadályozzák a levélből elfogyasztott szövet proteinjeinek lebontását, hasznosítását.

természetes ellenségek

A növények helyhez kötöttek, nem tudnak elmenekülni, ezért kényszerülnek arra, hogy kémiai és fizikai úton védjék magukat. A közvetlen védekezés eszközei a fogyasztóik

elriasztása, illetve mérgezése. A közvetett védekezési módszerek lényege viszont, hogy a növényevők természetes ellenségeit vonzzák magukhoz. A növényben indukálódó illóanyagok szerepét már a mezőgazdasági növényvédelemben is alkalmazzák. Ennek legsikeresebb módja, hogy a természetendő haszonnövény sorai közé olyan más faj egyedeit ültetik, amelyek kibocsátott anyagaikkal elriasztják a herbivórokat. Az adott terület széleire pedig olyan fajt ültetnek, ami kifejezetten csalogatja ezeket a növényevőket.

A növények különbséget tesznek rokonok és idegenek között, ami abban is kifejezésre jut, hogy a rokon egyedek hatékonyabban kommunikálnak egymással, mint másokkal. A rokonok ugyanis érzékenyebbek az egymás által kibocsátott illóanyagokra, és azok hatására a védekező reakciójuk is hamarabb beindul, így kisebb károsodást szenvednek el egy herbivór támadásakor, mint az idegenek. Különbségeket mutattak ki eltérő földrajzi területekről, egymástól több mint 200 kilométerről származó egyedek közt is a kibocsátott illóanyagok és a másik növényben kiváltott védőhatás tekintetében. Ebből arra következtettek, hogy a növények – egyes madarak énekéhez hasonlóan – mintegy „helyi dialektusban” kommunikálnak, amit a távolabb élők „nem értenek”.



A növényt érő aktuális inger érzékelését nem lehet kimutatni, tényére csak a válaszreakcióból lehet következtetni. A növény által termelt kis molekulású, könnyű illékony anyagok gyorsan eloszlanak a közvetlen környezetbe. Jelfunkciójuk leginkább a kibocsátó növény levézetére korlátozódik, illetve csak a közvetlen szomszédokra hat. A kevésbé illékony, nehezebb anyagok, például egyes speciális aromás vegyületek már képesek kissé távolabb ható szignálként működni.

Ha az illékony jel elég erős, vagyis az anyag koncentrációja viszonylag nagyobb, akkor közvetlenül kiváltja a védekező reakciót a szomszéd növényben. Ha a jel nem elég erős, a recipiens növényeket eléri ugyan, de nem vált ki azonnali reakciót belőlük, csak képessé teszi, mintegy érzékenyíti őket, hogy a jövőbeli károsító hatással szemben a védő funkciót szolgáló génjeik aktivizálódjanak.

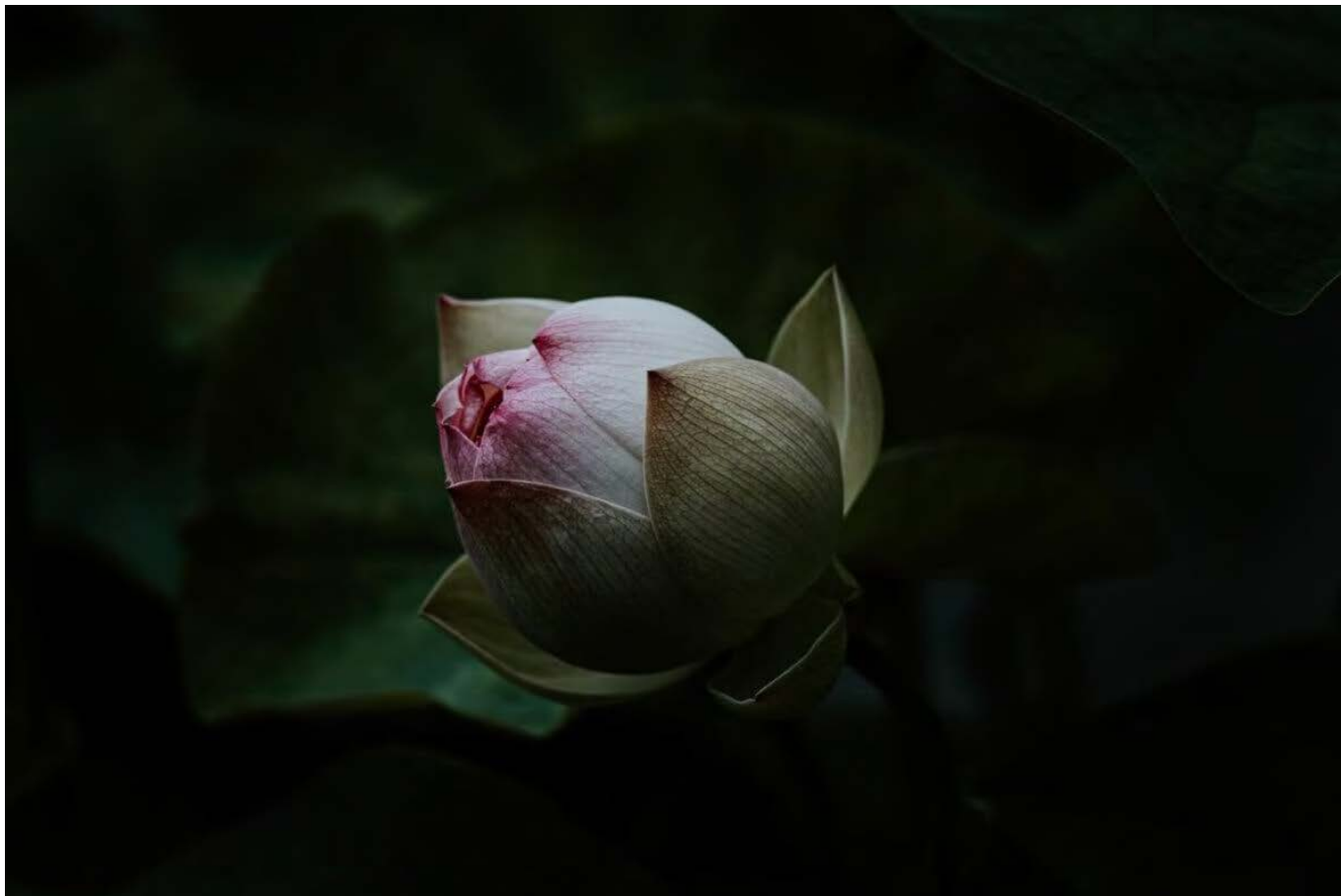
Az illóanyagokban kódolt információ nem mindig egyértelmű, ugyanis a kibocsátott illóanyag elegy egy növény vagy csak egy levél anyagcsere állapotának „ujjlenyomata”, ezért bármi, ami ezt megváltoztatja, pl. egy stresszor, az hat az elegy összetételére. A környezeti tényezők változásai azonban nemcsak a kibocsátó növényekre, hanem az illóanyagokat érzékelő, azok információtartalmát felhasználó más növényekre és rovarokra is közvetlenül hatnak, és mindezek szintén befolyásolják az illóanyag révén közvetített információ feldolgozhatóságát, értékelését a recipiens szervezetben.

érezkelhető koncentráció

A növényi jelérzékelés nem olyan érzékeny, mint a rovaroké, ezért valószínű, hogy az illóanyagok érzékelését a légkör bármely zavara jobban befolyásolja. A kibocsátónak

tehát nagyobb koncentrációban kell kijuttatnia az anyagot a légkörbe, hogy a fogadó növényhez érzékelhető koncentrációban jusson el. A levegő erős hígító hatása a hatótávolságot jelentősen csökkenti. Az illékony anyagok élettartama a levegő reakcióképes anyagaitól, különösen a légköri oxidánsoktól, mint az ózon, hidroxil gyökök, valamint az UV sugárzástól is függ, mert ezek eltérő mértékben képesek lebontani az egyes illó szerves anyagokat, így a növény által kibocsátott elegyben az anyagok eredeti aránya viszonylag rövid távolságon belül is jelentősen megváltozhat.

Eddig a kémiai anyagokkal történő kommunikációról volt szó. Az újabb, korszerű mérési technikák teremtették meg annak lehetőségét, hogy megvizsgálják: a növények képesek-e akusztikus jelek képzésére, és ugyanakkor érzékelik-e a környezetből jövő ilyen jeleket. A hang képzése energetikailag „olcsóbb”, mint bármilyen illékony anyag szintézise, ezért „gazdaságosabbnak” tűnik.



Azt már bizonyították, hogy a növények képesek érzékelni a rezgéseket. Arra vonatkozóan is vannak eredmények, hogy bizonyos frekvenciájú hangokra mely biokémiai, fiziológiai folyamatok reagálnak. Egyes esetekben a csírázás és a növekedés mértéke változik, aminek több molekuláris folyamat lehet az alapja. A részeredmények ellenére még sok kérdés megválaszolatlan, például hogy egy többlépéses válaszreakció melyik része specifikus a hangra, hogy a növény képes-e a hangot és más mechanikai hatást megkülönböztetni.

akusztikus kommunikáció

Még pontosan nem ismert, hogyan érzékeli a növény a hangot – annak ellenére sem, hogy egyre több információ van a különböző hullámhosszú hangokra adott válaszokról. A növények a hangokat máig azonosítatlan mechanizmussal érzékelik. Kérdéses, hogy fizikailag hogyan ismeri fel a növény a hangjelek erősségét, hullámhosszát, és hogyan integrálja mindezt az információt a növényi sejtben, hogyan tud adekvát válaszreakciót produkálni. Dobhártya nélkül fizikailag hogyan

ismeri fel a növény a hangjelek erősségét, hullámhosszát, és hogyan építi be ezt az információt a növényi sejtbe úgy, hogy az adekvát választ eredményezzen. Kétséges az akusztikus kommunikáció szerepe azért is, mert a növények által keltett hangok még laborkísérletekben is csak nagyon kis távolságon belül érzékelhetők. Az akusztikus kommunikációval kapcsolatos eredmények az általános elfogadottságtól még messze vannak.

Az új tudományos eredmények ellenére a növényi kommunikációt ma sem értjük teljesen. Elképzelhető persze, hogy eljön olyan transzgénikus haszonnövények ideje, amelyek kiváló kommunikációs képességekkel rendelkeznek, és képesek a herbivórokat távol tartani, vagy éppen beporzóikat, szimbiotikus partnereiket, illetve a patogének és más károsítók természetes ellenségeit magukhoz csalogatni.

kép | unsplash.com