

Növényi kölcsönhatások – az allelopátia

A növények egymásra gyakorolt káros hatásaira már az ókorban is felfigyeltek, közismert példája ennek a közönséges dió (*Juglans regia*), amelynek árnyéka Plinius Secundus szerint (i. sz. I. sz.) egyaránt káros emberre és növényre. Lippai János az 1664-ben írt „Posoni kert” című munkájában már tanácsokat is ad, mely növényeket nem szabad egymás közelébe ültetni. A dió árnyékáról ő is Pliniushoz hasonlóan ír: „a Dió fának nehéz, s-ártalmas az ember fejének, és mind azoknak a fáknak, a melyek alatta, vagy közel vannak hozzá. Azért jobb ötlet magánossan ültetni, és közönségesen az út-félen, a hol nem sok kárt tehet; mert árnyéka is olly mérges annak, hogy semmi vetemény, vagy fa, nem nőhet-alatta, meg mellette is. De kivált-képpen, természet-szerént-való ellensége néki a Tölgy-fa; azért, nem kel ezt hozzá ültetni...”.

A közönséges diónak valóban olyan jelentős a növényfajok növekedését és fejlődését gátló, ún. allelopatikus hatása, hogy a hatásért felelős vegyületéhez, a juglonhoz viszonyítva állapítják meg más növényfajok allelopatikus potenciálját. Magát az allelopátia kifejezést először Molisch, bécsi növényélettan-professzor alkalmazza 1937-ben, azóta azonban a fogalom számos jelentésváltozáson ment keresztül. Ma tágabb értelemben az allelopátia fogalmát nemcsak növények, hanem mikroorganizmusok és gombák közötti kölcsönhatásokra is alkalmazzuk, megnyilvánulásának tulajdonítjuk például a fokhagyma (*Allium sativum*) vagy az ecsetpenészek (*Penicillium* spp.) baktériumölő hatását is. Az allelopatikus hatás növényfajonként, azok morfológiai és fiziológiai jellemzőinek köszönhetően másként jelentkezik, de eltérő koncentrációban ugyanaz a vegyület serkentő vagy gátló hatást is kiválthat. Ilyen vegyület például a növényi hormonok között az auxin, amely kis mennyiségben növekedést serkentő, nagy mennyiségben azonban növekedést gátló hatású.

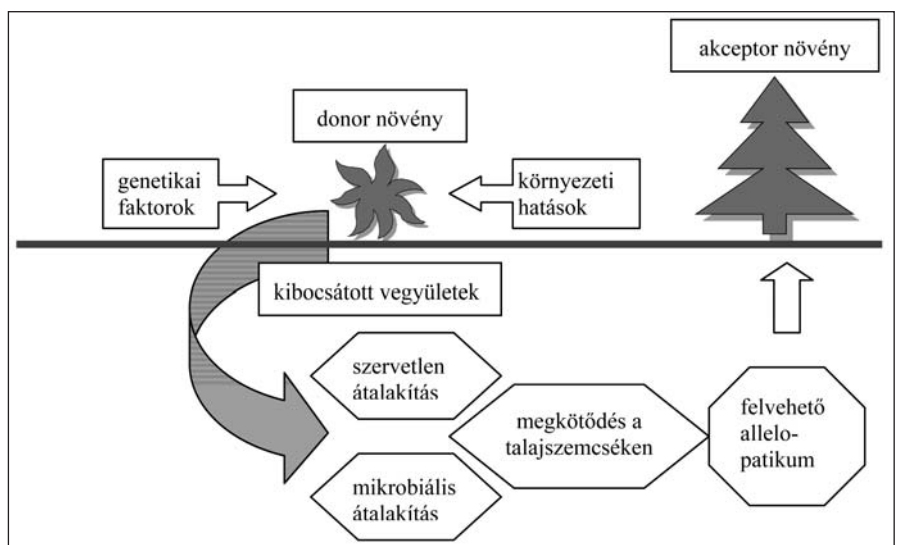
Az allelopatikus hatások közül talán a legismertebb a csírázást gátló hatás, de csírázást késleltető, vagy akár a gyökérnövekedést késleltető hatás is ugyanilyen előnyös lehet az allelopatikus hatású növény számára, hiszen a másik növényfaj növekedésének késleltetésével olyan jelentős magassági növekedést vagy kiterjedt gyökérzetet érhet el, amellyel nagyobb előnyhöz jut „vetélytársaival” szemben. Az allelopatikus vegyületek (=allelopatikum, allelokemikália) befolyásolhatják a talaj mikroorganizmusainak működését, ezáltal közvetve hatnak a másik növényfajra, pél-

dául megakadályozhatják annak nitrogén-kötését. Az allelopátia megnyilvánulásának komplexitását tapasztalhatjuk a duglász-fenyő (*Pseudotsuga menziesii*) esetén, amelynek újratelepítését a talajban lévő allelopatikus hatású baktériumok megakadályozhatják azáltal, hogy gátolják a fenyő gyökérkapcsolt gombáinak, a húsbarna pénzecskegombának (*Laccaria laccata*) és a zsemleszínű fakógombának (*Hebeloma crustuliniforme*) a szaporodását. Szintén indirekt hatásra utal a balzsamos nyár (*Populus balsamifera*) és a fekete dió (*Juglans nigra*) mellé ültetett mézgás éger (*Ahhus glutinosa*) néhány éven belüli pusztulása, ugyanis az előbbi két fajból származó vegyületek negatívan befolyásolják az éger nitrogénkötő sugárgombáját (*Frankia* sp.), emellett a fekete dió juglonja közvetlenül is hátráltatja a mézgás éger növekedését és fejlődését. Az allelopatikus hatás akadályozhatja az újraerdősülést és a természetes felújulást is, sok esetben az aljnövényzetben előforduló lágyszárúak fejtenek ki csírázást gátló vagy késleltető hatást a fás szárú fajokkal szemben, sőt moha- és zuzmófajok allelopatikus hatását is megfigyelték fás fajok csíranövényeire nézve. Beigazolódott, hogy a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) toxinjai megakadályozzák a madárce-resznye (*Cerasus avium*) csíranövényeinek meglepedését, a sasharasz (*Pteridium aquilinum*) pedig gátolja az erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) és a közönséges luc (*Picea abies*) csírázását és növekedését.

Allelopatikus hatású vegyületek egyaránt származhatnak élő vagy elhalt növényi részből; a környezetbe párolgás, esővel történő kimosódás vagy a növény aktív kiválasztása által kerülhetnek ki, illetve a növényi részek bomlása során is felszabadulhatnak. Hatásukat az éghajlati és

időjárás viszonyok jelentősen befolyásolhatják: nagy esőzések alkalmával az allelopatikus vegyületek ki is mosódhatnak a talajból, vagy koncentrációjuk a talajban jelentősen felhígulhat. Száraz viszonyok között az allelopatikus hatás általában markánsabban jelentkezik: Ausztrália szárazabb vidékein az eukaliptuszok illóolaja olyan erőteljesen párolog, hogy a fák környezetében egyes fűfajok megtelepedését teljesen lehetetlenné teszi. Az allelopatikus hatású növények által kibocsátott vegyületek mennyiségét és minőségét belső (genetikai) és külső (környezeti) tényezők egyaránt meghatározzák. A talajba kerülve az allelopatikus vegyületek részben megkötődnek a talajszemcséken, részben pedig a talajoldatba kerülnek. A talaj szervesen összetevőinek és mikroorganizmusainak köszönhetően számtalan átalakuláson mehetnek keresztül, miközben elveszíthetik allelopatikus hatásukat, de előfordulhat, hogy azt átalakulásuk után is megőrzik (1. ábra).

A legtöbb allelopátiával kapcsolatos megfigyelés természetesen a mezőgazdálkodás témaköréből származik, ilyen például részben a talajuntság jelensége, de számos gyomnövény takarmánynövényekkel szembeni allelopatikus hatása is ismert. A gyomnövények és használnövények közötti allelopatikus kapcsolat régóta kedvelt és sokak által kutatott téma, a gyomokkal szemben allelopatikus hatású kultúrnövények a biológiai védekezés szelektív és környezetkímélő módját biztosítják. E fajok felhasználása a gyomkorlátozásban történhet mulcsozás által, de ismertek allelopatikus hatású takarmánynövények is: ilyen például a paprika (*Capsicum annuum*), amelynek vegyületei gátolják a fehér libatop (*Chenopodium*



1. ábra: Az allelopatikus vegyületek bioszintézisét befolyásoló főbb tényezők

* Egyetemi docens, NyME

album), a szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), a fekete csucsor (*Solanum nigrum*) és a lándzsás útifű (*Plantago lanceolata*) fejlődését. Ma már nemcsak allelopatikus takarmánynövényfajok, hanem -fajták is ismertek; a gyomszabályozással kapcsolatos kutatások célkitűzései közé napjainkban az allelopatikus hatásért felelős vegyületek izolálása és a termelődésüket befolyásoló gének meghatározása is hozzátartozik.

Erdei ökoszisztémákban jelentkező allelopatikus kölcsönhatás vizsgálatáról már jóval kevesebb hazai munka született, noha a lombkoronaszint és az aljnövényzet közti allelopatikus és kompetíciós hatások fás társulásokban sokkal erőteljesebben megnyilvánulnak a fátlanokkal szemben, a lombkorona és a gyökérzet hatalmas biomasszája miatt. Nem véletlen az sem, hogy a hazai flórából eddig ismert kb. 150 allelopatikus hatású fajok egyharmada fás növény, melyek többsége a *Fagales*, a *Salicales*, a *Pinales* és az *Ericales* rendbe tartozik. Szabó és munkatársai (1987) mecseki és Mecsek környéki bükkösökben nyolc domináns, lágy szárú növényfajt vizsgálva azt tapasztalták, hogy a vizsgált fajokkal történő kezelés az erdei növények fejlődését nem gátolta, viszont a talaj mikrobiológiai aktivitását a legtöbb esetben nagymértékben serkentette. 24 tölgyerdei faj csírázásgátló hatását vizsgálta Fekete (1974) a soktérű salamonpecséten (*Polygonatum odoratum*) laboratóriumi, és két társulásban (*Orno-Quercetum*, *Quercetum petraeae-cerris*) végzett terepi kísérletekben. A laboratóriumi vizsgálatok tizenhárom, a terepi vizsgálatok öt, illetve hat növényfaj esetében mutattak ki csírázásgátló hatást. A laboratóriumban jelentkező gátló hatások közül azonban, számos a terepi vizsgálatok során nem nyilvánult meg, a laboratóriumban hatástalanok bizonyultak kezelések pedig egy kivételével a terepen is hatástalanok voltak.

További érdekes tény, hogy az allelopatikus hatású fajok között mind hazánkban, mind pedig világviszonylatban igen jelentős az adventív fajok aránya. A hazai adventív fás szárú fajaink közül bizonyított a zöld juhar (*Acer negundo*), a gyalogakác (*Amorpha fruticosa*), a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), a fekete dió (*Juglans nigra*), a fehér eperfa (*Morus alba*), a bálványfa (*Ailanthus altissima*) és a kései meggy (*Prunus serotina*) allelopatikus hatása. A felsorolt adventív fajok közül a bálványfa allelopatikus hatása mind laboratóriumban, mind pedig a természetben is megnyilvánul. A faj leveleinek alkoholos kivonatával történő kezelés a vizsgált harmincöt nyitvatermő és tizenegy zárvatermő közül egy kivételével mindegyik faj gyors hervadását okozta, a megvágtott szárfelület kezelésével szem-

ben csupán a *Fraxinus americana* bizonyult ellenállóknak. A csírázásgátló hatás növényi szerвенként és fejlődési fázisonként is különbségeket mutathat. A bálványfa esetén legerősebb a kéreg, különösen a gyökér kérgének csírázásgátló hatása, ezt követi a leveleké, majd a fatestből készült kivonaté. A levélké csírázásgátló hatása tavasszal, lombfakadáskor a legnagyobb, a kéregé közvetlenül a levelek kifakadása előtt. A gyökérkéreg-kivonat üvegházi alkalmazása olyan erős gyomirtó hatással járt, hogy abból természetes gyomirtó szer kifejlesztésének gondolata is felmerült. A bálványfa egyedek körüli talaj szintén nagy mennyiségben tartalmaz toxikus anyagokat, ezért nem véletlen, hogy a bálványfaállományokban lassú szukcesszió és szegényes vegetáció figyelhető meg.

A lombhullató erdők fafajainak az aljnövényzet mintázatára gyakorolt jelentős hatását Missouri államban végzett kutatások is alátámasztották. A terepen és laboratóriumban végzett vizsgálatok bebizonyították, hogy a fafajok avarjának lebomlásakor olyan vegyületek keletkeznek, amelyek több lágy szárú fajra nézve gátló hatásúak. Az allelopatikus kölcsönhatások szerepe a vágásterületek mintázatának kialakításában is meghatározó lehet. Csontos (1994) cseres-tölgyesek vágást követő szukcesszióját vizsgálva a „szelektáló foltok” hipotézisében feltételezte, hogy a vágásterületen monodomináns foltokat kialakító növényfajok állományából allelopatikus hatás miatt szorulnak ki a vágásterület más pontjain előforduló egyes fajok. A vizsgálat eredményeként beigazolódott a nagy cickafark (*Achillea distans*) és a pókhálóos imola (*Centaurea stenolepis*) állományából kiszoruló hőlyagos habszegfű (*Silene vulgaris*) csírázási százalékanak és gyökérhossz-növekedésének csökkenése az előbbi két növényből készült kivonat hatására.

Az allelopatikus potenciál meglétéről viszonylag egyszerű laboratóriumi vizsgálat során is meggyőződhetünk. A csírázásgátló, illetve késleltető hatás tesztelésére először célszerű olyan tesztnövényeket választanunk, amelynek magjai gyorsan és közel 100 százalékosan csíráznak, ilyen például a fehér mustár (*Sinapis alba*). A mustármagokat az ismeretlen allelopatikus hatású növény szárított hajtásából készített vizes kivonattal öntözzük, majd a mustármagok csírázási százalékat összehasonlítjuk a kontrollként beállított, vízzel öntözött mustármagok csírázási százalékaival. Ezt a módszert alkalmazva például az amerikai-köris-kivonattal öntözött mustármagok esetén 72%, a gyalogakác-kivonattal öntözött magvak esetén csupán 50%-os csírázást tapasztalhatunk. Az allelopatikus potenciál meglétét ezután célszerű az

allelopatikus hatású növényfaj élőhelyén előforduló más fajokon is tesztelni, a laboratóriumi vizsgálatok eredményeként tapasztalt allelopatikus hatást pedig üvegházi és szabadföldi kísérletekben tovább vizsgálni.

Az allelopátia megnyilvánulásának komplexitása és a gyakorlati alkalmazhatóságának nehézségei miatt az allelopatikus növényfajok kedvező hatásait csak ritkán és szórványosan használják fel az erdészetekben, erre vonatkozó példákat elsősorban külföldön találunk. Amerikában egyes lombhullató fafajok terjedésének megakadályozására különböző lágyszárú fajokat (liveres csenkesz (*Festuca rubra*), tarka koronafűt (*Coronilla varia*), szarvaskerep (*Lotus corniculatus*), csomos ebír (*Dactylis glomerata*)) vetettek az aljnövényzetbe. A legkedvezőbb eredményt a csomos ebír vetését követően tapasztalták, bár ebben a kísérletben az allelopátia mellett a kompetíciós hatás megnyilvánulását sem zárhatjuk ki. Másik vizsgálatban, a talajban lévő allelopatikus vegyületek mennyiségét az aljnövényzet allelopatikus hatású fajainak irtásával próbálták csökkenteni, ezáltal elősegítették egyes fenőfajok magoncainak növekedését. Jobidon és munkatársai (1989) a málna (*Rubus idaeus*) terjedésének megakadályozására árpa-, zab- és búzaszalmát keverték a földbe, ez csökkentette a málna növekedését, ugyanakkor a *Picea mariana* magoncaira kedvező hatással volt. Allelopatikus hatásnak kitett fafajaink növekedését és fejlődését a megfelelő mikorrhiza partnerrel történő beoltással is elősegíthetjük, kiválasztva az allelopatikus vegyülettel szemben rezisztens gombapartner, amely mintegy „megszűri” a talajban lévő káros vegyületeket. Ezzel kapcsolatos vizsgálatok már ismeretesek, de még hosszú időre van szükség ahhoz, hogy az ilyen módon kezelt facsemeték a piacokon széles körben kaphatók legyenek.

Az allelopatikus kapcsolatok szerepe bizonyos esetekben az abiotikus környezeti tényezőkkel egyenrangúnak tekinthető, más esetben azonban kevésbé markánsan nyilvánul meg; mindenesetre, a más növényfajokra, gombákra vagy mikroorganizmusokra gyakorolt hatás döntő fontosságú adaptív tulajdonság lehet a növények meglepedése, fennmaradása és terjedése szempontjából, az allelopatikus hatású vegyületek pedig szelektivitásuk és gyors lebomlásuk miatt a gyomkórlatozás környezetkímélőbb módját biztosíthatják. A téma aktualitását jól jelzi az 1996 óta megrendezett Allelopátias Világkongresszus és a hazai és külföldi szakirodalomban megjelent számos szakkikk, amelyek e rövid összefoglaló megírását is nagyban elősegítették.