

Az alga és bioplazma termékek mezőgazdasági használatának lehetőségei

Prof. Dr. Biró Borbála 2017.03.08.

A mikroorganizmusokat tartalmazó talaj-, mag- és növényoltások napjaink mezőgazdasági gyakorlatának részét képezik. A legtöbb ilyen termék általánosan, mint a termélnövelőkhöz sorolt „baktériumtrágya” kerül forgalomba, de nem csak baktériumokat, hanem élesztő- és fonalas gombákat és algákat is tartalmazhatnak. Az algákkal történő oltások a baktériumokkal szemben nem olyan gyakoriak, mivel felhasználásuknak az előnyei még kevésbé ismertek. Az algákban rejlő lehetőségeket támogatja ugyanakkor, hogy felhasználásuk sokrétű, mind a talajba, mind pedig a növényi felületekre történő alkalmazásuk, sejtes és nem sejtes, kivonatolt, vagy roncsolt, ún. bioplazma formában is lehetséges.

A baktériumos talajoltókkal szemben az algák felhasználásánál az élő sejtek helyett sok esetben azoknak az elpusztult és szétroncsolt sejtömeget alkalmazzák. Az alga bioplazma legfontosabb tulajdonsága, hogy abban sokféle, a növényi élettevékenységet támogató anyag, egyszerű szerves és szervetlen molekulák és növekedésszabályozó hormonok is előfordulhatnak. Ezeket akár a vegetációs időszak közepén vagy a környezeti stresszkörülmények során, azok mérséklése céljából is lehet alkalmazni. De mikor és milyen körülmények között lehetnek ígéretesek, erre a kérdésre keressük a választ.

Az algák szerepe a vizekben és a talajokban

Az algák felhasználását még a mai napig is akadályozza az a szemlélet, hogy a tavak, élő vizek, vagy akár a halastavak romlását (eutrofizációját) is okozva a felszaporodásukhoz negatív téveszmék kapcsolódnak. A jelenség alga”virágzás” megnevezése ugyan pozitív kicsengésű, de ezek a nagymértékben felszaporodó „virágok” aktív élettevékenységgel hamar elhasználják a vizekből a felvehető növényi tápanyagokat és az éltető oxigént is. Ez azzal jár, hogy a levegőtlen (anaerob) rothadó folyamatok során bűzös biogázok keletkeznek, további vízbe diffundáló toxikus anyagokkal. Ezt követően a vízben a legfontosabb szerepet betöltő halak pusztulása (vagy a halastavakban a halhús ízromlása) is bekövetkezhet. Az algafelszaporodást és annak negatív hatásait a háztartásokban használt foszfortartalmú mosó- és tisztítószerek, valamint a mezőgazdasági foszforműtrágya-használat idézheti elő.

Ami azonban a vizekben túlzott tápanyagbevitelt jelent és káros környezeti következményekhez vezet, az a talajokban egészen más hatású is lehet. A foszfor a talajban agyagásványokhoz kötődve könnyen „kiöregszik” és így nehezen felvehetővé válik a növények számára. A foszfor oldására, mobilizálására ezért a talajban nagy szükség van, nélküle csak gyenge kezdeti gyökér- és hajtásnövekedés lehetséges. A talajban erre számos mikroorganizmus képes, de azok megtelepedéséhez pedig bontható és táplálékot adó szerves anyagokra van szükség. És itt jönnek képbe az algák, mint olyan fotoszintetizáló szervezetek, amelyek a szervesanyagokból és a levegőben található szén-dioxidból a fényenergia segítségével szerves anyagokat tudnak létrehozni.

Az algák a talajban az elsődleges (pionir, úttörő) szervezetek és minden más, szerves anyagokat igénylő élőlény csak azt követően fog életteret találni, ha az algák ott megtelepedtek és élettevékenységet folytatnak. Ennek oka, hogy a fotoszintetikus algák (és az úgynevezett cianobaktériumok is) amolyan önellátó (autotrof) élőlények, nem függnék külső tápanyagoktól, megélnek olyan közegben is, ahol az életükhöz csak ásványi sók, víz és az éltető fény áll rendelkezésre. Az algák (és a zöld növények általában) a napfény hasznosításával a vízben oldott ásványi sókból saját testüket építő szerves anyagokat, cukrokat, aminosavakat hoznak létre. További előny, hogy sok alga, de főleg az egysejtű „kék algák” (cianobaktériumok) a levegő szabad nitrogénjét felhasználva biológiai N_2 -kötésre is képesek. Így az algák akár még a nitrogénmentes talajban, vagy nitrogén műtrágyák bevitele nélkül is életképesek tudnak lenni. Ez a tevékenység biztosíthatja pl. a rizsföldeken is a rizs természetes eredetű, műtrágyák nélküli növénytaplálását.

A talajban az önellátó (autotróf típusú) algák főleg csak a felszíni rétegekben tudnak megélni, ott, ahol a víz és a tápelemek mellett az általuk hasznosítható napfény is jelen van. Az algák mélységi elterjedésének ez határt szab. A víz és fény, a levegő szabad szén-dioxidja és a vízben oldott ásványi sók hatására az algák gyorsan szaporodnak, majd az elhalt testükben található, általuk felépített szerves anyagok jelentik a táplálékot a további talajélőlényeknek, a baktériumoknak és a mikroszkopikus gombáknak. Erre alapozva épül fel a teljes talaj-táplálékháló és a talaj működőképessége.

Az algás talajoltások hatásai

Az algákkal történő talajoltásra számos példa akad. A baktériumos, gombás-algás együttoltások olyan helyeken alkalmazhatók, ahol a talaj szervesanyag-tartalma igen csekély, és emiatt a tápanyag-feltáródás hiánya akadályozza mind a baktériumok élettevékenységét, mind a növények növekedését. A cianobaktériumok kedvező hatását írták le kertészeti kultúrákban paradicsom, retek és saláta növényekkel, vagy intenzív körülmények között árpa, kukorica, zab, vagy cukornád termesztésénél is. A nitrogénkötő kék algák kedvezően hatnak a magvak (pl. a borsó) csírázására, megalapozván a további nitrogénkötő szimbionta (*Rhizobium*) baktériumok növényi

növekedésre kifejtett segítő hatásait. Ahhoz ugyanis, hogy a szimbionta kifejthesse jótékony tevékenységét, a növényi erőre, a csíranövény megerősödésére is szükség van és csak azt követően tudja a kis baktériumot is táplálni a gazdanövény. Az ún. starter (kezdő életerőt növelő) műtrágyák hatásának is ez az egyik alapműködése. Korábbi munkánkban a tarka koronafűrt takarmánynövény kezdeti lassú megerősödését starter 45 kg nitrogén műtrágyával segítve 91, 145 és 180 kg műtrágyabevitelt lehetett kiváltani. Ha ezt a mennyiséget azonban a növény mesterséges műtrágyaként megkapta, akkor a biológiai út, a szimbiózis kialakítása a növény számára feleslegessé vált.

Irodalmi adatok beszámolnak arról is, hogy algás talajoltással a szokásos kezdeti műtrágyamennyiségek fele is elég volt, mivel az algákkal támogatott baktériumos aktivitás tudta táplálni a növényt. Még abban az esetben is csökkenthető volt a műtrágya-felhasználás, ha az alkalmazott alगतörzs nem kötött nitrogént, de a növényi növekedési hormon-kibocsátás és/vagy a nyálka (exopoliszacharid anyagok) szintézise miatt közvetett egyéb utakon is kedvező hatást tudott kiváltani. Az alगतörzsek számos növekedésszabályozó (regulátor) hormon szintézisére képesek. A különböző nemzetségekhez (genusokhoz) tartozó algák ugyanakkor nem egyforma módon tudják ezeket a másodlagos anyagcsere-termékeket kiválasztani. Az algák kedvező hatása ezért nem azonos módon nyilvánul meg. Így például az Ostorosok (Oscillatoriales) fajainak közel fele képes a hormonszintézisre, de egy másik nemzetség (a Nostoc) fajainak csak a 26%-a. Egy-egy alगतörzsnek a hormontermelő képessége saját specifikus tulajdonság, amit a környezeti körülmények is erősen módosíthatnak. Lenne azonban miből kiválogatni a legjobb törzseket, hiszen az algák faji sokfélesége (úgynevezett biodiverzitása) óriási és napjainkban ez még ki nem aknázott kincs. Irodalmi adatok szerint több mint 800.000 féle algafaj létezik az egysejtű szervezetektől az óriási tengeri hínárokig. Ezek biotechnológiai alkalmazása nagy potenciál és kihívás a mezőgazdaság, de az ipar és az emberi jólét piacán is.

Az algák által előállított hormonok típusai is különbözhetnek. Amíg az egyik törzs nitrogénkötésre és ezzel párhuzamosan még növény-növekedés-szabályozó auxin és citokinin hormon előállítására is képes lehet, addig a másik törzs előfordulhat, hogy nitrogént nem köt és a hormonok közül is „csak” gibberellint, vagy egyéb más anyagokat tud előállítani. A növényi másodlagos hatások kialakulása sok esetben rejtve marad, mivel a talaj- és környezete közötti, vagy a gazdanövényvel alkotott szinergista együttműködésekre is szükség van a kedvező hatások megnyilvánulásához.

Alga vagy bioplazma?

Az algák egy adott talaj-növény rendszerben önállóan is felszaporodnak, főleg ha a talaj erősen nitrogénhiányos, de kellően nedves, nyirkos és a fény is rendelkezésre áll. Az erősen felszaporodó algák bizonyos fajai a saját egyeduralmukat (dominanciájukat) azzal is fokozhatják, hogy antimikrobiális anyagaikkal kizárják

más élőlények megmaradását. Az algákkal történő biotechnológia fejlődéséhez ez jelentősen hozzájárult. A bioplazma formában egyre gyakrabban alkalmazott algazúzalék az addig kiválasztott biostimuláns anyagokat tartalmazza, de további toxint már nem választ ki a talajban és így nem akadályozza a másodlagos talajélet-betelepülést. Az ilyen oltóanyagok tárolása is biztosabb és a felhasználási időt is rugalmasabbá teszi.

A bioplazma az egyszerű, könnyen felhasználható cukrokon kívül fehérjéket, növényi olajokat és növekedésszabályozó hormonokat, vitaminokat is tartalmaz. Az algák általában igen gyorsan szaporodnak, szinte nincsenek is „vegetációs időhöz” kötött, korlátozott szaporodási periódusai, ha a környezeti körülmények optimálisak. A felszaporodott algákból a bioplazma könnyen előállítható. A szárazföldi növényekkel összehasonlítva az algák hatékonyabbak a napenergia hasznosításában, mivel az algáknak nem kell gyökeret vagy szarát, virágokat is kifejleszteniük. Az algák közvetlenül a fotoszintézissel nyerhető biomasszára korlátozzák az energiájukat és ez igen hatékony biomassza-előállítást jelent.

Az algák további előnyéhez sorolható még, hogy a nagy szervesanyag-mennyiség előállítása közben üvegházhatású gázt, szén-dioxidot használnak fel és helyette éltető oxigént bocsátanak ki, tehát használatukkal a klímaváltozás negatív következményei is mérsékelhetők. Ennél intenzívebb biomassza-előállítás nehezen képzelhető el. Ezen túl a fényhasznosítás mellett az ún. „heterotróf” típusú alga-előállítások is elterjedtek. Ezek előnye, hogy akár hulladékhasznosítással is összeköthető az alga-felszaporítás. A heterotróf típusú algafajok az energiájukat szerves szénvegyületek lebontásából nyerik, ugyanúgy, mint az élesztőgombák, vagy a baktériumok. Mivel ezeknek nem kell fény a növekedésükhöz, bármilyen fermentor használható az ilyen algatermesztéshez, amit elsősorban a gyógyszer- és élelmiszeriparban hasznosítanak.

Vegetációs időszak alatti algakezelések biostimuláns hatásai

Amennyiben a talaj a növénytermesztés során, a növény fejlődése miatt kimerül, vagy esetleg a környezeti körülmények rosszabbodnak, egyéb, a vegetációs időszak közben is alkalmazható növény-növekedést javító megoldásokra is szükség van. Az algák felhasználása ilyen szempontból is ígéretes, mivel belső anyagaik erősítő, stimuláló hatásúak a növény-növekedésre, vagy a környezeti stressztűrő képességre. A biostimuláns termékek olyan természetes alapú, biológiailag aktív anyagok, melyek segítségével kihasználhatók és felerősíthetők a növényekben rejlő, **önsegítő, önszabályozó mechanizmusok**. Minden növénykultúránál, de különösen a közvetlen emberi fogyasztásra szánt zöldség- és gyümölcsféléknél fontos, hogy a műtrágya és növényvédő szer kombinációkat környezet- és egészségkímélő készítményekkel helyettesítsük, vagy egészítsük ki. Ehhez a növényen belüli tápelem-harmónia kialakítása és fenntartása szükséges, amelyet többek között jól alkalmazott növénykondicionálással lehet elérni. A növénykondicionálók általában szerves nitrogént, foszfort, kalciumot, magnéziumot tartalmaznak, olyan összetételben, amely az adott növényfaj számára a legmegfelelőbb. Tartalmazzák

még a növények egészséges fejlődéséhez elengedhetetlen enzimeket, koenzimeket és/vagy aminosavakat is. A növénykondicionálók használata következtében a növények ellenállóbbak lesznek, ami különösen a gombabetegségek számára kedvező időjárási körülmények között szembetűnő. Rövidebb idő alatt heverik ki a különféle stressztényezőket, mint például a szárazság, illetve aszály, víztelített talaj, illetve vízborítás és herbicid hatás is. A kezelés hatására a növények szemmel láthatóan zöldebbek, erőteljesebbek lesznek, ahogy az a képen is látható az ökológiai művelésű paradicsomtermesztésnél. A levelekre alkalmazott algakezelés célja az volt, hogy azzal a növényre potenciális veszélyt jelentő kórokozó gombák fertőzését akadályozzuk. A zöldebb, vitálisabb növény a nyári hőséget jobban elviselte, bár a vegetációs időszak hosszabbá vált és a termés nem lett több. Fontos azonban az is, hogy a növénykondicionáló termékek munka- és élelmezés-egészségügyi várakozási ideje 0 nap, szemben a peszticidekkel, ahol átlagosan 2-3 hét a veszélyeztetett időszak. Az étkezésre szánt és folyamatos szedésű paradicsomnál ez igen lényeges szempont.



A paradicsomra a kiültetést követően háromszor (kéthetente) kiszórt, 50 féle tengeri algából kivont készítmény („Super fifty”, Bioatlantis) hatására a baloldali növény zöldebb, vitálisabb lett, a nyári szárazságnak jobban ellenállt

*(EU-Fp7 BIOFECTOR projekt, SZIE,
Kertészettudományi Kar Ökológiai Kísérleti Területe, Soroksár, 2015)*

A növények növekedésének, fejlődésének szabályozását a növényi hormonok végzik. Az algák, mint hasonlóan a fotoszintetikus szervezetek, ugyanilyen hormonokat termelnek. Az alkalmazás során az algaszuszpenziót a növényre szórva

azt a növény, mint saját szervezetéhez hasonló anyagokat, könnyen felveszi, ezáltal képes lesz arra, hogy jobban nőjön, több, jobb, egészségesebb termést hozzon. Az alga használható a termés minőségének, hozamának javítására, vagy növényvédelmi célra is. A hatás során az alga vagy közvetlenül a növény patogén gomba szaporodását, a fertőzést gátolja, vagy közvetetten a növényi ellenállóképességet, toleranciát erősíti bizonyos betegségekkel szemben.

Környezeti stresszhatások kivédése algákkal

Az abiotikus stresszfaktorok között kiemelkedik a hidegstressz, vagy a fagyhatás, a gyomirtó szerek okozta károsodások, a mechanikai sérülések, rágások, a vízhiány, valamint a magas hőmérséklet és a szárazság is. Az élő algákat tartalmazó lombpermetek vagy az algakivonatok, de a szuszpendált alga-plazma anyagok hatása többféle mechanizmuson is alapulhat:

1. A stresszterhelt növénynél pótolják a **hiányban levő tápanyagokat** (cukrokat, aminosavakat, szerves tápelemeket).
2. A talajból felvehetetlen vagy **hiányzó mikro- és nyomelemeket** a növényi leveleken keresztül a növényhez juttatják.
3. **Hormonhatású anyagaikkal** a növényi differenciálódást, termésképzést segítik.
4. A fotoszintézis fokozásával a **stressztűrés növekszik**, a növényi élethossz megnyúlik, ezzel is mintegy kivárva a stresszkörülmény elmúlását.
5. A fotoszintézis fokozásával nagyobb zöldtömeg, **vitálisabb növény** a kórokozók támadásának is jobban ellenáll.

Az algáknak az ilyen növényi növekedésre kifejtett kedvező hatása mégis igen sok esetben marad láthatatlan. A növény túlélése a stresszkörülmények között eredményesebb, de ez a termés mennyiségében még sem mindig jelentkezik. Az algákkal kapcsolatosan lényeges szempont a **mennyiségen túl a minőség** megnyilvánulása is. Ökológiai körülmények között termesztett paradicsomnál például az algával történő lombtrágyás kezeléssel jobb cukor-sav arányt, és ezáltal **ízletesebb, egészségesebb termést** lehetett elérni, de nem több termést.

Bizonytalansági tényezők

Az algákból készített kezelőszerek esetén többféle és összetett hatás érvényesül, ahol nem lehet egyértelműen meghatározni, hogy a szuszpenzióban melyik molekula mire képes és hogy milyen kölcsönhatások fognak megjelenni a rendszerben. Az algákban található növényi növekedésszabályozó anyagok eltérően viselkednek más-más időjárási körülmények között és fajtánként, vagy növényenként is, ezért felhasználásuknál az eddig elért eredményekre, ismeretekre szabad csak alapozni.

A mikroalgákat (sejtes folyadékokat vagy alga-plazma szuszpenziót) kis mennyiségben a növény felületére permetezzük vízben hígított vagy oldott állapotban, különböző fejlődési szakaszokban. Az alkalmazás ideje, mennyisége az alkalmazott terméktől vagy a növénykultúrától, az időjárási körülményektől is függ. Lehetnek specifikus alkalmazási előírások is, mint például a talajok fonálféreg faunakontrolljára kifejlesztett tengeri alga készítmény, ahol a dózis erősen talaj-, illetve talajbiota függő. Az algák felhasználásának ezért megvan a maga bizonytalansága is, amit az is fokoz, hogy még a regisztrált és engedélyezett termékeknél sem ismert az algákkal kijuttatott anyagok típusa, mennyisége és a valódi hatásmódjuk sem. Egy-egy algafaj teljes hormonspektrumának a feltérképezése igen költséges laboratóriumi háttérrel igényel, amire kevés lehetőség adódik még Európában. A hiány egyszerű csíratesztekkel részben pótolható.

Meg kell említeni tehát, hogy csak megfelelő tudással, biztos elővizsgálatokkal használhatjuk az algák kínálta technológiát a talaj-növény rendszerbe illesztve megbízható és statisztikailag is igazolt módon. Ehhez a kezelést megelőzően olyan talajmonitoring vizsgálatokra is szükség lenne, amelyek a talajok fizikai-kémiai vizsgálatait kiterjesztik a talaj táplálékháló szervezetekre is, beleértve az ott található algákat és egyéb flóra-fauna elemeket is. A természetben minden élőlénynek megvan az ökológiai funkciója és helye egy adott ökoszisztémában. Ebben a rendszerben az algák mint elsődleges biomassa termelők (producens szervezetek) különleges helyet foglalnak el.

A földi élet alapvetően a növények fotoszintetikus folyamataira épül, ahol azok a levegő szén-dioxid-tartalmából, a napfény energiájának felhasználásával szerves vegyületeket hoznak létre enzimrendszereik segítségével. A magasabb rendű növényeknek erre a tulajdonságára épül a mezőgazdaság és az élelmiszeripar is. Az alacsonyabb rendű növények, a zöld algák (valamint a barna és vörös moszatok) és a cianobaktériumok (úgynevezett kék algák) is rendelkeznek ezzel a képességgel. Az egysejtű zöld algákkal például gyakorlatilag minden olyan szerves vegyületet meg lehet termeltetni, amit a magasabb rendű növények is képesek, de lassabban vagy költségesebben, a környezeti körülmények által akadályozottan. Az algatermesztési technológiák ezért intenzíven terjednek napjainkban. A talajokra és a növényekre is alkalmazható komplex felhasználás nagy lehetőséget jelenthet a mező- és kertgazdasági termelés számára is. Az algák egyszerre lehetnek növényi tápanyagok, növekedésszabályozó bioeffektor termékek (www.biofactor.info) vagy növényvédő hatású „biopeszticid” szerek és talajjavítók is, ha az általuk nyújtotta lehetőségeket szakértő vizsgálatokkal is alátámasztva és az adott rendszerbe illesztve öko-logikusan, a természettel együttműködve használjuk fel.

Prof Dr. Biró Borbála
az MTA doktora, egyetemi tanár
talajbirologia@gmail.com