

Az agrár-környezetgazdálkodási programban sokan kötelezték magukat talajoltó készítmények használatára – számunkra nem kérdés az alkalmazásuk. De az, hogy melyiket válasszák, és miként vessék be, nekik sem mindegy. Mást tudnak ugyanis a baktériumok, az algák és a gombák, és egészen máskor kell alkalmazni őket.

Baktérium, gomba, alga

# Melyik talajoltót h

A mikroorganizmusokat is tartalmazó anyagok mezőgazdasági felhasználása a földművelés kialakulásával közel egyidős gyakorlat. Hiszen már az állati trágyákkal is megtörtént a szerves anyagok és az őket bontani képes mikroorganizmusok bevitel. A talajnak mint „feltételelesen megújuló energiaforrásnak” a termékenysége – egy adott növénytermesztési időszak után – megújításra szorul. A „termő” közeg azoknak a fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságoknak a helyszíne, amelyek élővé, önálló, összetett rendszerré és ezáltal termővé teszik. De hogyan lehet a talajok (mikro)biológiai állapotát és ezáltal a termékenységét is javítani? Akad-e egyáltalán összefüggés az ún. biotrágyák, baktériumtrágyák alkalmazása és a termékenység között? Melyik terméket részesítsük előnyben és miért?

## Mi lehet a haszna?

A növénytermesztés szempontjából optimális, megfelelő talajbiológiai állapothoz sok-sok szervezet (organizmus) szoros és nélkülözhetetlen együttműködése vezet el, legalábbis erre kellene jobban figyelni. Az organikus gazdálkodás ennek a teljes rendszernek a felépítésére, megtartására törekszik. Viszont az intenzív mezőgazdaság leginkább csak a mikrobiológiai folyamatokat veszi igénybe. És erre sarkallnak az agrártámogatások is, amikor a „baktériumtrágyák” felhasználását szorgalmazzák.

A táblázatunkban részletesen felsorolt mikroorganizmusokat az úgynevezett terménynövelő osztályba sorolják, amikor a kereskedelembe kerülnek. Mindegyiknek van hatása a talajra, de másképp. Az egyik csoport inkább a növény tápelem-el-

látottságát javítja (biotrágyahatás). A másik a talajeredetű kórokozók kártételének csökkentésére hivatott (biopeszticidhatás). A harmadik pedig a talajszerkezetet javítja (talajkondicionáló hatás). A kereskedelemben kapható termékeken azonban nem tüntetik fel, hogy **melyik csoport mire jó**, annak ellenére sem, hogy nem lehet mindegyiktől ugyanazokat a pozitív gondolt hatásokat elvárni.

## Algát a homokra

A mikrobiális oltóanyagokban található parányi élőlények többsége szerves anyagok nélkül nem életképes egyetlen talajban sem. Csak nagyon kevés olyan szervezet van, amelyik szerves anyagokból (a levegő szén-dioxidjából, a felvehető vízből és a napsugárzásból) saját testét felépítő anyagokat önálló





(autotróf) módon élő tud állítani. Közéjük tartoznak a talajokban, kőzetek, ásványok felületén közismerten elsődleges, úttörő szervezetek, az algák és a cianobaktériumok. Ezek testi maradványait élük fel később a talajképződés során a másodlagos mikroszervezetek: a baktériumok és gombák.

Ennek megfelelően a nagyon sovány (homokos) talajok tápanyag-szolgáltató képességének javulását lehet elvárni az algakészítményektől. Ezek a „**pionír**” **szervezetek** elpusztult testtömegükkel felvehető szerves anyagot jelentenek később a baktériumoknak. Továbbá hormonanyagaiknak köszönhetően a növényi növekedésre is kedvező hatásúak lehetnek. Így ezeknél a készítményeknél nem is lényeges, hogy élő állapotban legyenek bennük az algák. Sokszor csak elroncsolt testtömegüket javasolják nem csak a talajokba, de a növények zöld felületére is kipróbálni.

Ezzel a fotoszintézis fokozását, a növényvédelmet, a szárazság- és környezeti **stressztűrést** lehet megcélozni. Fontos, hogy tudjuk, mikor és miért van rájuk szükség. A növény **kezdeti fejlődésénél** például kiváltható velük pozitív hatás, viszont a vegetációs időszak közepétől kezdve már aligha várhatunk csodát. Továbbá a megelőzésre kell tenni a hangsúlyt a levélfertőzések esetén is. Gyógyítani már nemigen lehet agakkal.

## Baktériumot intenzív gazdaságba

A „baktériumtrágyákban” található élőlények jelentik a további kereskedelmi termékek alapját. Az ezekben található mikrobáknak is megvan az életszükségletük. A talajba kerülve a tápanyaghiány jelenti számukra a legnagyobb gondot. Már a flakonban vagy tartályban sem szabad éheztetni őket, a készítményt minél előbb fel kell használni! A kijuttatást követően életfeltételeiket a talajban kell, hogy megtalálják ezek a mikroorganizmusok.

Más élőlények anyagcseretermékere vannak utalva a baktériumok, tehát ún. heterotróf élőlények. Ha **táplálékhoz jutnak**, tovább élnek, másrészt elpusztulnak, testükkel kissé dúsítva a talajt. A növény így vagy úgy, de mindenképpen profitál ebből a folyamatból, és ezért képes áldozatot is hozni. A gyökér növekedése során a csúcsi részen a mikrobákat odavonzó „csalanyagokat” – cukrokat, aminosavakat – választ ki. Ez táplálja a mikroorganizmusokat, amelyek akár aktívan, akár passzívan, de hozzájárulnak ahhoz, hogy a növényi tápelemek felvehetővé váljanak. A gyökérrendszerben ezért már „helyből” 10-szer, 100-szor több mikroorganizmus lehet jelen annál, mint amit bejuttatunk a talajba.

A baktériumok légzése során gyenge savak képződnek. Ezek pedig **oldatba viszik** a növény által is felvehető táp-

## A TALAJ-MIKROORGANIZMUSOK HATÁSA

Mikroszervezetek	Talajtani folyamatok	Eredmény
<b>Tápanyag-szolgáltatás, biotrágyahatás</b>		
Talajalgák	Szerves anyagok előállítás napenergia segítségével	Megindul talajélet és mikrobiális aktivitás, zöldebb növények
Baktériumok, mikroszkopikus gombák	Szerves anyagok bontása, felvehető elemek a növényeknek, biológiai nitrogénkötés	Az N, P, K műtrágyák helyettesítése, kiváltása, talajsavanyodás mérséklése, humuszképződés
<b>Növényvédelem, biopeszticidhatás</b>		
Növénynövekedést serkentő baktériumok, sugárgombák, egyes fonalas és mikorrhiza gombanemzetségek	Biokontroll tulajdonság, antagonista képesség, gyors szaporodás, vaskelátképzés	Az elemarányok javulása, egészségesebb talaj és növény. Peszticidek kiváltása, növényvédő hatás
<b>Talajjavító és -kondicionáló hatás</b>		
Nyálkaképző és fonalagombák, baktériumok	Aggregátumképződés, stabilizálódás	Jobb talajszerkezet, jobb levegőzöttség, a víztartó képesség javulása
Szimbionta baktériumok és mikorrhiza gombák	Víz- és elemfelvételi folyamatok optimalizálása	Műtrágyák kiváltása, mélyebb talajfeltárás, nagyobb gyökér és hajtás, nagyobb termés

## Kötött közegben

Urbán Zsombor Tiszaderzszen utoljára tíz évvel ezelőtt próbálkozott talajbaktériumokkal, de akkor nem maradt meg a technológia mellett. Az eltelt időben azonban sok minden változott a készítmények terén és a saját gazdaságában is. Nagyjából egy évtizede nem is nagyon forgatja a kötött és vízállásos talajt: lazítással és sok mulcs hagyásával próbálja mind a növények, mind a gépek szempontjából kezelhetővé tenni a földet. A szármaradványok tavasszal már nem okoznak gondot a kombinátornak és a boronának sem. A sok **kukorica- és napraforgószár** akár növény-egészségügyi problémát is jelenthetne – ha hagyná, hogy a fuzárium vagy a fehérpenész felüsse a fejét. De ezt ő nem engedheti meg magának.

„Lesz zöldugar és pillangós is, mert bekerültem az AKG-ba, és újra elő kell venni a baktériumtrágyákat is” – vallja be a fiatalember a több száz literes tartály érkezésének okát. Mivel nincs forgatás, a szerves anyagok a talaj felső 10 centiméteres rétegében halmozódtak fel, ahol a talajtulajdonságok miatt gyakran levegőtlen, vízzel telített a közeg. Ezt a legtöbb baktériumkészítmény sem tolerálja, ám léteznek speciálisan ezt a helyzetet kedvelő törzsek is. Biró Borbála táblázata alapján a víznyomásos részekben a levegőtlen, **oxigén nélkül is életképes** baktériumok tudnak csak megélni. Ezeket a talajt porózussá tevő, a növényi gyökereket oxigénnel ellátó szerves **ásványi anyagok talajba keverésével** segíthetjük. Urbán Zsombor még nincs felkészülve rá, hogy a tárcsázással egy menetben az oltóanyag talajba juttatását is elvégezze, de megoldható ez másként is. A száraz és meleg szeptemberi időjárás nem hagyott más választási lehetőséget, mint alkonyatkor kipermetezni, majd **sötétben betárcsázni** a készítményt, amelyre 80 hektárnyi kukoricatarló bontása vár.



elemeket. Továbbá **enzimeket** választanak ki, amikkel bonthatóvá teszik a talajba került, elhalt növényi maradványokat. Ilyen bontásra szinte minden mikroorganizmus képes. A tápanyagfeltárás a talaj felső (0–20 cm-es) ré-

tegében a legnagyobb mértékű. A lebontás gyorsasága arányos a talajban található mikroorganizmusok mennyiségével, a fajok számával, az adott talaj termékenységével, minőségével, vagyis **helyileg nagyon eltérő**.

Mikor lehet szükség a kívülről bevitt baktériumokra? Az előzőekből következik, hogy „nem ideális” körülmények között. Például akkor, amikor egy szezonban több kultúra követi egymást, és a talaj felvehető táp-

## TALAJBAKTÉRIUMOK LEGISMERTEBB ÖSSZETEVŐI ÉS HATÁSUK

Baktérium-komponens	Kedvező tulajdonság	Élőhely	Ajánlott kultúra	Hatás
Azotobacter és Cyanobaktérium	A légköri nitrogén biológiai megkötése	A növénymentes talajban vagy a talajfelszínen	Bármilyen talaj és növény	0-5 kg / ha N <sub>2</sub> -termelés évente
Azospirillum, Herbaspirillum		Asszociatív módon a gyökérbelsőben	Egyszikűek: gabonafélék, köles, kukorica...	5-30 kg / ha N <sub>2</sub> -termelés évente
Rhizobium, Bradyrhizobium, Synorhizobium*		Jól látható gyökérgümőkben	Pillangósok, lucerna, borsó, here, bab, szója...	30-250 kg / ha N <sub>2</sub> -termelés évente
Bacillus subtilis, B. megaterium	A foszfor felvehetőségének javítása	Talajban és a gyökér mellett	Bármilyen növény	Foszforfeltárás
Pseudomonas fluorescens, P. putida*	Vaskelátképzés, antagonizmus, gyors szaporodóképesség	A közvetlen gyökérfelszínen, a rhizoplánban	Bármilyen növény	Növényi kórokozók távoltartása
Flavobacterium, Arthrobacter	Hormontermelő baktériumok	Gyökérbelsőben, gyökérfelszínen	Elsősorban egyszikű növények	Növényi hormonok: auxinok, gibberellinek, citokininek
Thiobacillus ferrooxidans, T. thiooxidans	Talajsavanyítás, mikroelem-felvétel javítása	Főleg kötött, levegőtlen talajban	Bármilyen gazdanövény	Savképzés, talajjavítás

\* A peszticideket, xenobiotikumokat lebontó, ártalmatlanító hatásuk is ismert.





anyagai elfognak. Vagy ha elhordjuk a szalmát, a termést és az egyéb növényi maradványokat a területről. Így ott csak nehezen bontható ásványi anyagok, erősen humifikálódott szerves anyagok maradnak. Vagy ha az ekként **kiszarolt talajban** túl lassú lenne a szárbontás az elromlott elemarányok miatt. Azaz akkor, ha „kimerült” az adott terület eredeti, őshonos szervezetekkel alátámasztott tápelemfeltáró képessége.

A baktériumtrágyáknak ugyanis leginkább a lebontó, **tápanyag-mobilizáló** képességüket hasznosítjuk. A javuló talajélet a termőréteg szerkezetére is előnyösen hat. Ám ezt csak többéves alkalmazás után, helyes agrotechnika mellett érzékelhetjük – általában a traktorok gázolajfogyasztásának a csökkenésében is. Ha odafigyelünk arra, hogy szerves anyaggal jól ellátott, levegőzött talajunk legyen, ahol a vízellátás is optimális – és a talajmintavételek igazolják a gyors lebontóképességet –, akkor nincs is szükség kívülről bevitt további baktériumokra.

## Gombát agrotechnikai bakikra

Általában kétféle célt szolgálnak a gombákat is tartalmazó oltóanyagok. Az egyik típus olyan fonalas mikroszkopikus gombákat tartalmaz, amelyeknek akad valamilyen **növényvédő** (biokontroll) tulajdonságuk. Ezek hatásmódja lehet a gyorsabb szaporodás, ami kiszorítja a másik (patogén, kórokozó) gombát. Vagy tápanyagot von el előle, így az nem lesz képes megélni, és elpusztul. Mikor lehet szükség rá, hogy a talajeredetű fehér- és szürkepenészt vagy a **fuzáriumot** kelljen kiszorítani? Akkor, ha nem figyeltünk a **vetésforgóra** (pl. napraforgó jön túl sűrűn egymás után), vagy ha egy esős évszám meleg is, ami általában kedvez a gombafertőzéseknek.

**Mulcshagyó** talajművelésnél a sok szármadaradvány is támogatja a gombafertőzést. Ekkor a növényi részeket a talajba jobban bekeverő, forgókerekes ekével előzhetjük meg a túlzott elszaporodásukat. Ha sosem alkalmazunk forgatást (csak lazítunk), az



# Kukorica szármadaradvány?



**Eltüntetni  
gyerekjáték!**

NATUR **micro**

KOMPLEX BAKTÉRIUMTRÁGYA  
TALAJKONDITIONÁLÁSHOZ, SZÁRBONTÁSHOZ







Urbán Zsombor a mulcshagyó, lazításos művelés mellé talajbaktériumokat is rendelt

zal támogatjuk a talajéletet. Ha mégis gond akadna a bomlással, úgy szükség lehet a talajba juttatott agresszív, **hiperparazita** gombákra. Ilyen a *Coniothyrium minitans* (Azoter, Öko-ni, Contans WG) vagy a *Trichoderma harzianum* (NaturMicro, Trifender, TrichoMax...). Ezek inkább szezonon kívüli használatra javasolhatók. Hatásukra egészségesebb, a kórokozókat elnyomni képes, ún. szupresszív talajok jöhetnek létre.

A talajok mellett a levélterületre permetezhető **élesztőgombás** készítmények is vannak már. Ezek kiegészítő tápanyagot jelenthetnek a növény számára, és szintén antagonista képességük alapján fejthetik ki a hatásukat.

Bár a forgalmazott termékek elsősoró többsége a gombák biopeszticid hatására koncentrálnak, akadnak kivételek. A növényvel szoros kapcsolatban (szimbiózisban) élő **mikorrhiza** gombák a növényegészség (fitness) javításával fejtik ki hasznos tevékenységüket. Ezeket nagyon körültekintően kell alkalmazni. Gyenge, csenevész,

saját magát is alig ellátó növénynél a szimbiota bizony a növény kárára is építheti a testét. Ez tapasztalható például fiatal szőlőültetvényeknél, ha rossz a talaj. Ilyenkor a mikorrhizás gombaoltás hatását lehet, hogy csak évek alatt tudja kiheverni a növény.

## Az ideális koktél

Egy vagy több, de átlagosan három mikroba törzset tartalmazó termékek a baktériumtrágyák. Ezek egyik típusa rendszerint egy **nitrogénkötő** baktérium, ami háromféle is lehet: szabadon élő (*Azotobacter*), egyszikű növényekkel szövetségben élő (*Azospirillum*) vagy a pillangósokkal együtt élő (*Rhizobium*) faj. Akadnak közöttük általános túlélők és kizárólag csak egy adott növényvel együttműködni képes specifikus is.

A másik mikroba általában a talajból nehezen felvehető **foszfort képes mobilizálni**, oldatba vinni. Ilyenek például a *Bacillus* nemzetség tagjai is. Ezeknek a baktériumoknak előnye lehet még, hogy sokáig képesek a talaj-

ban megmaradni, mivel a kedvezőtlen körülmények hatására sem pusztulnak el. Ugyanis a vastag spóráikból később ismét életre kelhetnek. A téli időszakot követően – vagy a szárazság utáni eső hatására – ezek a mikroorganizmerek nyújthatják a leggyorsabb segítséget a növények számára. Erre főleg tavasszal, a növény **gyökeresedésekor van szükség**, hiszen a foszfor ezt a folyamatot erősen javítja. Az a növény, amelyik a foszforhoz hozzájutva erősebb gyökereket fejleszt, később is jobban átvészeleti a környezeti stresszt, például a szárazságot.

A termékekben található harmadik mikroorganizmus rendszerint egy olyan baktériumtörzs, amelyik a nehezen bontható **cellulóz feltárására** is alkalmas. A talajokban ezekre leginkább a nagy szén- és rosttartalmú anyagok hasznosítása során van igen nagy szükség (például az ismert és „rettegett” pentozánhatás elkerülése érdekében). Sovány indok, hogy sokan ettől való „félelmükben” adják el a szalmát az égetőműveknek, amire pedig a talajban lenne igen nagy szükség. Így a szalmáért kapott árat évek múlva kell majd többszörösen megfizetni.

Ismertek olyan piaci termékek is, amelyek megpróbálják a talaj sokféle funkcióját utánozni. Az egyik termékcsalád kezdetben 80-féle (!) mikroba törzset szerepeltetett az összetételben. Ezek közül legnagyobb mennyiségben **tejsavbaktériumot**, amely a savtermelés révén valóban oldhatja a talajok ásványi anyagait. Az ilyen termékeknel a tartós alkalmazásra különösen figyelni kell, hiszen a folyamatos és igen intenzív szervesanyag-bontás hosszabb távon akár ki is merítheti a talajt.

A legjobb megoldás azonban nem a **talajélet** mesterséges utánzása, hanem annak fenntartása eredeti közegében. A hektáronként kiadott 1–10 liter oltóanyag – akárhány törzset vagy fajt tartalmaz – csak a töredéke a természetes módon kialakítható mikrobiális közösségnek. Érdemes tehát példaként megfigyelni az adott területen egy természetes füves társulás talaját – annak színét, morzsalékosságát, levegőzöttségét és szervesanyag-tartalmát –, mert ez a legjobb, ami elérhető az adott talajtípuson. Egy művelt talaj színe és élővilága nyilván nehezen lesz ilyen, de elméleti célként nyugodtan lebeghet a szemünk előtt.

■ **Biró Borbála**,  
az MTA doktora, egyetemi tanár