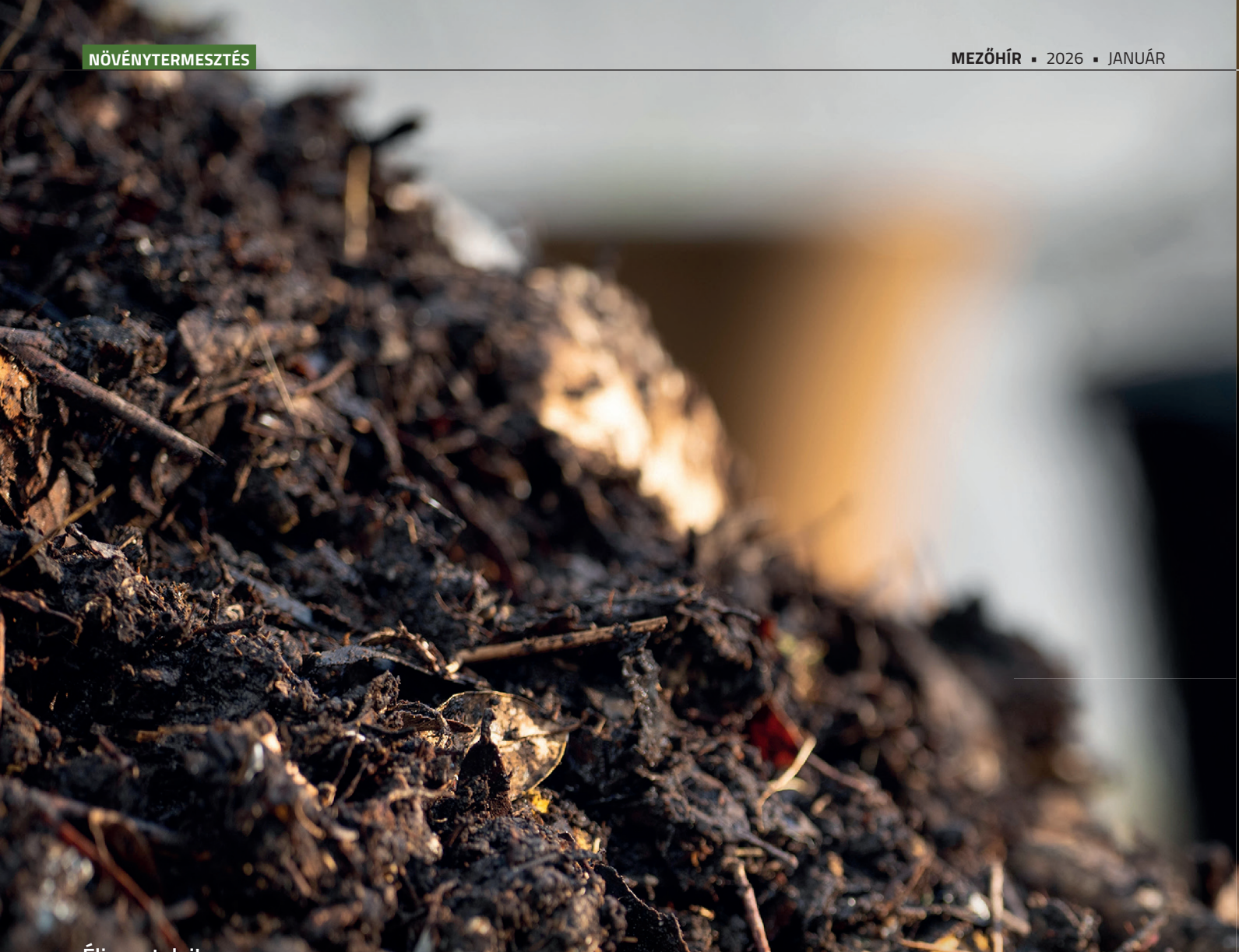

Éljen a talaj!

A talaj élőlényei a gondos gazda legfontosabb szövetségesei

SZERZŐ: VÍG VITÁLIA ▪ TALAJÖKOLÓGUS, A TALAJMEGÚJÍTÓ GAZDÁK EGYESÜLETÉNEK OKTATÁSI PROGRAMFELELŐSE, A TERRAVITKA ALAPÍTÓJA

A talajokat két mezőgazdasági gyakorlat degradálja mindennél gyorsabban: a talajművelés – különösen a mély szántás –, és az agrokemikáliák, műtrágyák használata. Az első tönkreteszi a talaj szerkezetét, ezzel rombolva a talaj élőlényeinek életterét, a kemikáliák pedig elpusztítják a talajlakókat.

„A talaj beéredettségének megrontója legtöbb esetben maga az ember, amikor azt helytelen időben, helytelenül alkalmazott műveléssel tönkreteszi. Hogy ez ne forduljon elő, első alapfeltétel, hogy talajunkat biológiai szemlélettel nézzük” – hangzik el *Menninger Adolf* 1957-ben megjelent, *„A talaj sekély művelése”* című könyvében, melyet gyakorló gazdáknak írt és ez ma sem veszített aktualitásából. Sajnos a mű megjelenése óta eltelt több mint fél évszázad gépészeti és vegyipari növekedése elfedte a rideg valóságot: az egyre emelkedő hozamok mellett hazánk termékeny talajai vészjósló pusztulásnak indultak, miközben az élelmünk tápértéke egyre szegényebb lett.

Amíg a talajra csupán élettelen közegként tekintünk, amelynek mindössze az a feladata, hogy megtartsa a növényt, nem érthetjük meg a benne élő szervezetek létfontosságú szerepét. Minden egyes talajfunkció alapvető motorja a benne élő láthatatlan élővilág.

A talaj élőlényei: a termékenység rejtett mozgatórugói

Ma már kétségtelen, hogy a talaj élőlényei – különösen a mikroorganizmusok – jelentik a talaj termékenységének láthatatlan motorját. A növények

növekedése végső soron a talajban, a növényeken és a gyökérzónában élő rendkívül sokféle szervezet által végzett funkciók széles skálájától függ. Fontos azonban kiemelni, hogy még mindig óriási tudáshiányaink vannak, különösen a talajbiológia „mikro” dimenziójában. A hagyományos tenyésztéses módszerek mindössze a talajbaktériumok 1–5%-át voltak képesek kimutatni, míg a genetikai vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy a talaj élővilága sokkal változatosabb, mint valaha gondoltuk volna. Mivel pedig egy olyan világról beszélünk, amelynek megismerését nagymértékben behatárolja a rendelkezésre álló technológia, ezért a legnagyobb alázattal kell közelednünk ehhez a hatalmas és sokrétű élővilághoz, amelynek végső soron mi is létezésünket köszönhetjük. A talaj mikrobiomja megkerülhetetlen a talajok megújításában, mindemellett egy óriási, még feltáratlan erőforrás, amely hatalmas potenciált rejt jövő termelési rendszereinek fenntarthatóbbá és ellenállóbbá tételében is.

Talajfunkciók: tápanyag, szerkezet, vízmegtartás és védelem

Amikor elkezdjük felismerni a talaj összetett világát, megláthatjuk, hogy számos tényező járul hozzá az egészséges talaj optimális működéséhez. A fizikai és kémiai paraméterek nem értelmezhetők a biológiai tényezők figyelembe vétele nélkül, hiszen a talajbiológiai kölcsönhatások kulcsszerepet töltenek be a létfontosságú talajfunkciók működtetésében.

- A szerves anyagok lebontása és a humuszképződés támogatása: növényi maradványok és egyéb szerves anyagok bontása; a humusz felépítése és megőrzése; a talaj tápanyag- és vízmegtartó-képességének növelése.
- A tápanyagok feltárása, raktározása és körforgásban tartása: légköri nitrogén megkötése; a talaj ásványi anyagainak oldható formára alakítása; a növények számára felvehető tápanyagok biztosítása.
- A talajszerkezet és talajaggregátumok kialakítása: a talaj morzsalékosságának, porozitásának és stabil szerkezetének javítása.
- A víz- és gázforgalom támogatása: a talajszerkezet javításán keresztül a megfelelő vízmozgás és levegőzés biztosítása.
- A növényvédelem és a táplálékháló fenntartása: kártevők és kórokozók visszaszorítása; ragadozó szervezetek táplálékául szolgálva a talajélet összetett táplálékhálójának fenntartása.

Nem tápláléklánc, hanem hálózat

Az általános iskolai biológia órákról hozott kép szerint az élőlények egy egyszerű táplálékláncba rendeződnek, amelynek a csúcsán az ember áll. A valóság azonban ennél sokkal összetettebb: a természetben az élőlények bonyolult táplálékhálózatokban kapcsolódnak egymáshoz, ahol minden szervezetnek helye és szerepe van a rendszer egészének működése érdekében. Emberként leginkább a felelősségünk hatalmas a tekintetben, hogy miként használjuk a számunkra rendelkezésre álló erőforrásokat. Építünk vagy rombolunk? Képesek vagyunk-e a természet mintázatait felismerni és az ökológiai rendszerrel összhangban gazdálkodni?

A talaj táplálékhálózatának kulcselemei a légköri szén megkötésére képes élőlények: a növények, algák, zuzmók, mohák és bizonyos baktériumcsoportok. A fotoszintézis során a növények fényenergiát felhasználva a CO_2-ből és a vízből szerves szénvegyületeket állítanak elő, miközben oxigént termelnek. Ők az elsődleges termelők. Ők hozzák be a szerves élet alapvető építőkövét, a szenet az élő rendszerbe, és nemcsak saját szervezetüket építik fel belőle, hanem szimbiotikus kapcsolataikban is ezt használják legfontosabb „valutaként”. A megkötött szén egy részét gyökérváladékként juttatják a talajba, közvetlenül táplálva a rizoszférában élő baktériumokat; más részük pedig holt növényi maradványként válik a lebontó szervezetek táplálékává.

Úgy kell elképzelni ezt az élő rendszert, hogy minden szén, amit az elsődleges termelők megkötnek valamilyen úton-módon végighalad a táplálékháló egy véletlenszerű vonalán és egy napon ismét szén-dioxid lesz belőle. Itt az a kérdés, hogy ki mit vagy kit eszik meg. Mivel egy olyan világról beszélünk, amelynek megismerését nagymértékben behatárolja a rendelkezésre

▶ FOLYTATÁS A 40. OLDALON



Fotók: shutterstock.com

▶ FOLYTATÁS A 39. OLDALRÓL

álló technológia, a legnagyobb alázattal kell közelednünk ehhez a hatalmas és sokrétű élővilághoz, amelynek végső soron a saját létezésünket is köszönhetjük.

A mezőgazdasági ökoszisztémákban a kívülről érkező szervesanyag-bemenetek – mint a komposzt és az istállótrágya – szintén szénforrást biztosítanak ennek az élő rendszernek. Amikor a talajban élő szervezetek lebontják a szerves anyagokat vagy elfogyasztanak más élőlényeket, a tápanyagok folyamatosan egyik formából a másikba alakulnak. A tápanyagok egy része az ő testükben ideiglenesen lekötődik, míg más részük az anyagcseréjük során visszakerül a talajba, így a növények és más talajlakó élőlények számára újra hozzáférhetővé válik. A növények – legyenek fűfélék, zöldség- vagy gyümölcskultúrák – a talaj mikrobiális táplálékhálózatában zajló kölcsönhatásokon keresztül jutnak tápanyaghoz.

Milyen élőlények élnek a talajban?

A baktériumok fordulnak elő a legnagyobb számban és változatosságban a talaj egysejtű élőlényei közül. Egy egészséges talaj egyetlen grammjában számuk elérheti a tízmilliárdot, míg egy kizsigerelt mezőgazdasági talajban 100 milliónál is kevesebb lehet. Az a néhány tucat baktériumtörzs, amelyet ma képesek vagyunk izolálni, ipari körülmények között felszaporítani és termékként elérhetővé tenni, eltörpül amellett a több tízezer baktériumfaj mellett, amelyek egy egészséges talaj ökoszisztémájában jelen vannak.

A mezőgazdaság szempontjából azokat a baktériumokat tekintjük a legértékesebbeknek, amelyek képesek nitrogént megkötni, a talajban lévő foszfort oldható formába hozni, lebontani a szerves anyagokat és elősegíteni a humuszképződést. Ugyanilyen fontosak azok a mikrobák is, amelyek védik a növényeket a kórokozóktól, javítják a talajszerkezetet, támogatják a gyökérnövekedést és a növények stressztűrését. A *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* és *Streptomyces* nemzetségek különösen kiemelkedő szereplők.

A táplálékháló magasabb rendű élőlényeinek egyik jellemző táplálékát jelentik a baktériumok, amelyek szén-nitrogén aránya jóval magasabb a többi élőlényénél. A baktériumokat elfogyasztva a kiürülő anyagcsere-termék a növény számára közvetlenül hasznosítható tápanyagforrást jelent. Az szimbionta és endofita baktériumok közvetlenül, gyökérgümők létrehozásával vagy a gyökér belsejébe hatolva juttatják a növényt tápanyagokhoz. A baktériumok másik létfontosságú szerepe, hogy összekapcsolják a talajszemcséket és a mikroszkopikus szervesanyag-darabkákat mikroaggregátumokká, amelyek a talaj morzsás szerkezetének alapját képezik.

A talaj gombái többsejtű élőlények, amelyek fonalas hifák formájában nőnek és hálózatot alkotnak a talajban, segítve a tápanyagok és a víz mozgását. Szaprofita gombák lebontják a növényi maradványokat és szerves anyagokat, ezáltal humuszt építenek, ezzel javítva a talajszerkezetet. Egyes gombák – például a mikorrhizák – szimbiotikus kapcsolatot alakítanak ki a növények gyökereivel, növelve a tápanyag- és vízfelvétel hatékonyságát. A gombahifák összekapcsolják a talajrészecskéket aggregátumokká, ami fokozza a talaj stabilitását és ellenálló-képességét a tömörödéssel és erózióval szemben. Egy egészséges talajban a gombák hozzájárulnak a mikrobiom egyensúlyához, segítve a kórokozók visszaszorítását és a növények természetes védelmét. A gombák rendkívül érzékenyek a talaj mechanikai bolygatására, azonban fonalaik könnyedén megfigyelhetők egy növényi származású maradványokból álló, bolygatatlan mulcsrétegben.

A protozoák (csillósok, ostorosok és amőbák) egysejtű, parányi állatok, amelyek elsősorban baktériumokkal táplálkoznak, de fogyasztanak más protozoákat, szerves anyagokat, sőt, néha gombákat is. Amikor a protozoák megeszik a baktériumokat, a felesleges tápanyagok a talajba kerülnek, a növények számára közvetlenül felvehető formában. Mozgásukkal és aktivitásukkal elősegítik a tápanyagok eloszlását és a mikrobiális közösségek egyensúlyát, így hozzájárulnak a talaj egészségéhez és termékenységéhez.

A fonálférgek (nematódák) apró, nem szegmentált férgek, és bár sok gazda elsősorban a kártékonyságukról ismeri őket, valójában többségük elengedhetetlen szereplője a táplálékhálónak. Vannak közöttük baktérium- és gombafogyasztók, ragadozók, és mindenevők is. Táplálkozásukkal – hasonlóan a protozoákhoz – a talajba juttatják a növények számára felvehető tápanyagokat, emellett szabályozzák azoknak az élőlényeknek a populációját, amelyeket elfogyasztanak, így hozzájárulva a talaj mikrobiális közösségének egyensúlyához és ökoszisztémaszintű stabilitásához.

A talajlakó ízeltlábúak fontos szereplői a szerves anyagok aprításának, míg a giliszták nemcsak feldarabolják a talajban található szerves maradványokat, hanem a felszínről a talaj mélyebb rétegeibe is eljuttatják azokat. Emellett a giliszták mozgása és járataik létrehozása elősegíti a talaj szellőzését és vízháztartását, javítva a víz beszivárgását és megtartását. A giliszták folyamatosan keverik és átalakítják a talajt, ezzel hozzájárulnak a talajszerkezet kialakulásához, a tápanyagok eloszlásához, és a talaj biológiai aktivitásának fokozásához. A giliszták kiváló indikátorai a talaj biológiai állapotának. Ha egy ásónyomnyi talajban legalább 7 gilisztát meg tudunk számolni egy enyhébb, tavaszi vagy őszi napon, akkor a talaj biológiai aktivitása jónak mondható. Homokon kevesebb gilisztára számít-



A megfelelő talajszerkezet kialakításához a gilisztáknak jelentős szerepük van



A talajlakó fonalférgek a tápanyagkörforgás fontos elemei

hatunk, mint egy kötöttebb talajban, ahol számuk egy ásónyomban akár 20 felett is lehet.

Láthatjuk, hogy a ragadozók és alacsonyabb rendű élőlények közötti folyamatos kölcsönhatás, valamint a tápanyagok állandó újrahasznosítása hozzájárul ahhoz, hogy a termékeny, természetes ökoszisztémák hosszú távon is fenntartsák termőképességüket anélkül, hogy évről évre műtrágyára lenne szükség.

A talaj élővilága rendkívül összetett, minden egyes eleme nélkülözhetetlen a talaj egészséges működéséhez. A korábbi példákból láthattuk, milyen fontos szerepet játszanak a talaj legjellemzőbb élőlénycsoportjai és az általuk ellátott funkciók. Sajnos a mai beteg, kimerült talajokban ez az önfenntartó ökoszisztéma összeomlott, és az intenzíven művelt mezőgazdasági területeken szinte kizárólag baktériumokkal találkozunk. Ennek következményeként a tápanyaghálózat nem működik megfelelően, így a talaj létfontosságú funkciói elmaradnak.

Egyszerű gazdálkodási gyakorlatok a talajbiológiai funkciók javítására

1. A talajbolygatás minimalizálása

A direktvetés, a sávos művelés, esetleg a sekélyművelés mind csökkentik a talaj élőhelyének fizikai megzavarását.

2. Élő gyökér fenntartása az év lehető legnagyobb részében

A talaj folyamatos borítása élő növényekkel biztosítja, hogy a gyökerek és a gyökérváladékok állandóan táplálják és támogassák a talaj élővilágát. A takarónövények alkalmazása meghosszabbítja az élő gyökér jelenlétét, gyökérváladékokat biztosít, és szerves anyagot juttat a talajba, amely táplálja az élő szervezeteket.

3. A talaj állandó takarása

A talaj származadványokkal, mulcsréteggel való állandó fedettsége biztosítja az élőlények védelmét és folyamatos tápanyag-utánpótlást biztosít a lebontó szervezetek számára.

4. Növényi diverzifikáció

A takarónövény-keverékek, a változatos vetésforgó, a köztesnövény-termesztés, együttvetés mind-mind erősítik a talaj biológiai működését. A növényfaj-sokféleség különböző gyökérformákat, gyökérváladékokat és növénymaradvány-minőséget biztosít, amelyek mind egyedi módon javítják a talajbiológiai működést.

5. A túlzott inputhasználat kerülése

A műtrágyák és növényvédő szerek túlzott használata károsíthatja a biológiai funkciókat. A túl sok műtrágya felboríthatja a tápanyagciklust, így a növények nem tudják optimálisan felvenni azt. Gyakori vegyszerhasználat mellett a kártevőket természetes ellenségeik nem tudják szabályozni, ezért a talajélet egyensúlya megbomlik.

6. Szerves anyagok kijuttatása

A komposztok és trágyák hasznos mikroorganizmusokat juttatnak a talajba, miközben szén- és tápanyagforrást biztosítanak a talajélet fenntartásához és működéséhez.

7. Mikrobiális oltóanyagok

A talaj felélesztésének első lépése a megfelelő élőhely kialakítása. Komposztokkal vagy komposztalapú készítményekkel számos hasznos mikroorganizmust juttathatunk a rendszerbe, ugyanakkor bizonyos esetekben indokolt lehet célzott, tenyésztett inokulánsok alkalmazása is. Fontos azonban kiemelni, hogy ezeknek a készítményeknek a hatékonysága vitatott.

A talajélet működésének alapfeltételei

A talajélet fenntartásához vízre, levegőre, szerves anyagra és megfelelő ásványi ellátottságra van szükség. A víz- és levegőgazdálkodás alapja a stabil talajszerkezet, amelynek felépítésében a talaj élőlényei végzik a legnagyobb munkát. A szén körforgása biztosítja a mikroorganizmusok számára a szükséges energiát, míg az ásványi anyagok és nyomelemek feltárása döntően mikrobiális folyamatok eredménye. Ha a talaj ásványi elemekben szegény, az a mikroorganizmusok működését is korlátozza, ezért bizonyos esetekben indokolt lehet az ásványi pótlás – a legegyszerűbben természetes kő őrlemények formájában. A biológiai rendszer feléledésének időszakában, amíg a táplálékháló természetes folyamatai helyreállnak, a talaj éhesebb lehet, hiszen nem csak a kultúrnövényeket, hanem a felszaporodó élőlényeket is etetni kell. Minden talaj és minden gazdaság egyedi, így ebben a rendszerben nincsenek bevált receptek. A gazdálkodó nyitottságán, a természet mintáinak felismerésén és az új ismeretek integrálásának képességén múlik a biológiai szemléletű gazdálkodás sikere.

Amit a talaj élővilága tanít nekünk

A talaj táplálékhálózata – vagy még pontosabban a talajélet hálózata, melynek mi magunk is szerves részei vagyunk – rendkívül összetett rendszer, amelynek működését még ma is csak részben értjük. Ez a cikk csupán egy rövid betekintést adott ebbe a hatalmas és sokrétű világba. Mégis jól látszik, hogy a talaj biológiai rendszere megkerülhetetlen a talajok egészséges működésének fenntartásában, az emberiség élelmiszer-ellátásában és a talajpusztulás megállításában. A gazdálkodó legnagyobb szövetségese a talaj élővilága. Nekünk, akik a földdel dolgozunk, az egyik legfontosabb feladatunk az, hogy ezt a rendszert éltessük, tápláljuk és gondosan óvjuk.