



A szerző felvétele

A TALAJ SZERVES ANYAGAI I.

Dr. Hupuczi Júlia
Szegedi Tudományegyetem
Mezőgazdasági Kar

Biológia nélkül a talaj csak törmelékhalom, amely nem képes nagyobb mennyiségű, magasabb szintű vegetációt eltartani, ezért a talajok szervesanyag-készletével, humusztartalmával mindenképpen meg kell ismerkedni. Az az egy maréknyi föld átlagosan 20 milliárd mikroorganizmust tartalmaz, melyek aktív részét képezik a talajnak!

Azzal, hogy a talajban sok az élőlény, már általános iskolában is foglalkoznak. Aki jártasabb a talaj-ismeretben, az azt is tudja, hogy a talaj termékeny és ezt a termékenységet – miszerint képes ellátni a rajta és a benne élő lényeket vízzel és tápanyagokkal – a humusznak köszönhetjük. Sajnos kevésbé alapvető információ az, hogy ez a humusz szerves anyagból, a talajlakó élőlények élettevékenységei révén képződik. Bár sok helyen, ahol talajtani ismereteket szerezhettünk – legyen az kiskert témakör, fenntarthatóság, szántóföldi művelés, kertészeti tevékenység, talajvédelem... stb. – elhangzik az, hogy a talaj egy élő rendszer, ennek valódi jelentésével és annak következményeivel kevesen vannak tisztában. Még az egyébként nagyon fontos talajtani laboratóriumi rutinvizsgálatok sem tartalmazzak talajbiológiai méréseket, „megelégszünk” a humusztartalom mennyiségi meghatározásával.

Tehát tudjuk, mondjuk, hogy fontos és nagyon összetett kérdéskör a talajélet, de még a tudománynak is bőven

van hova fejlődnie ahhoz, hogy ennek a kijelentésnek a valódi mélységét megérthessük.

Következő cikkünk ezzel a témával foglalkozik, a teljesség igénye nélkül. A rovat indításának első feladata az alapozás. Olyan talajtani alapinformációk lefektetése, melyek elolvasása és megértése után már jöhetnek a témával mélyebben foglalkozó, speciális és szűkebb területet vizsgáló írások is.

Már a talaj képződéséhez is szükség van az élőlényekre, az élettelen és az élő talajalkotók egymástól elválaszthatatlanok, együtt alkotnak kerek egész rendszert. De ennek a rendszernek nem csak a kialakításáért felelős a biológia, hanem annak megfelelő működéséért is. **A talajképződés és a talajtani folyamatok nem álltak le, a képződés-átalakulás-változás-alkalmazkodás folyamatos. Ebben fontos és kiemelt szerep jut a talaj biológiai aktivitásának.** Ez az aktivitás és az általuk termelt nagy mennyiségű, különböző állapotú szerves anyag alakítja ki az ásványos talajszemcsékből a talaj porózus szerkezetét. A szerves anyag jelenti azt a „ragasztót”, amely a víztartásért felelős kapilláris pórusok kialakulásában elengedhetetlen. A természetben nincsenek elválólagos talajfelszínek. Azt mindig változatos élő és elhalt növények keverékéből álló takaró védi, majd ennek elhalt részei fokozatosan



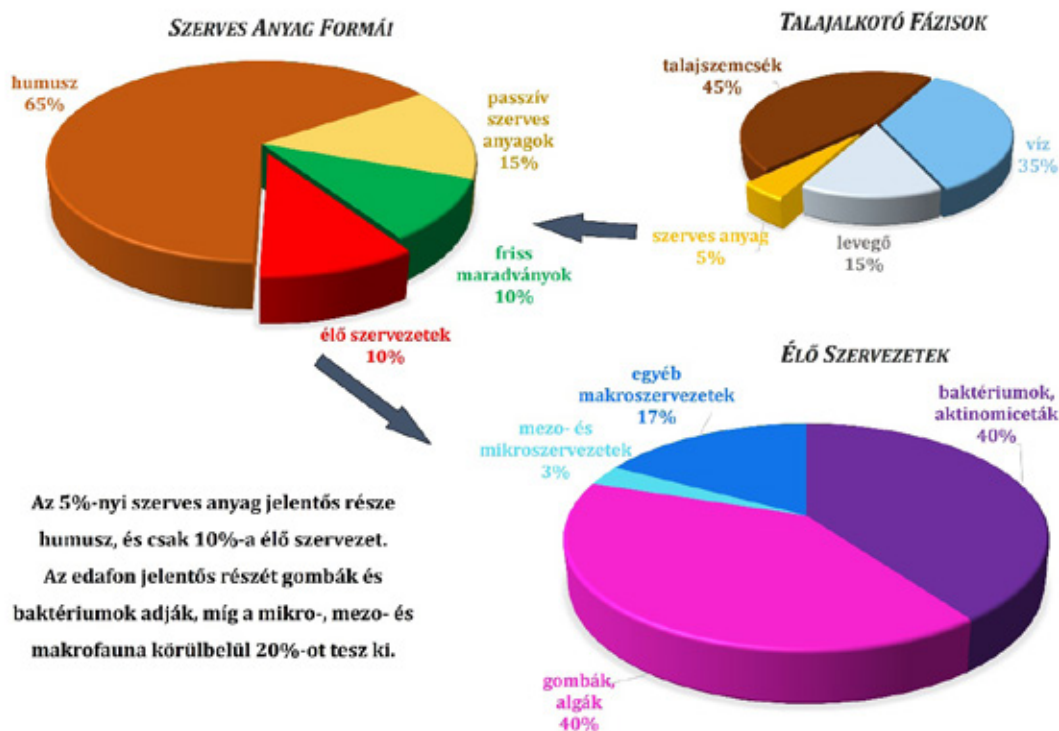
keverednek össze a talaj ásványos alkotóival, és szépen, lassan, átmenettel „érkezünk meg” a talaj felső részébe, ahol az élő gyökértömeg mellett az elhalt szervesanyag lassan bomlik és táródik fel annak tápanyagtartalma.

Ezt a lebontó és keverő tevékenységet is a talaj élőlényei végzik. A víz a gyökerek és a kisebb méretű talajlakó állatok járatai mentén könnyebben, gyorsabban szívárog be, és a megfelelő pórustérfogatban jobban meg is őrződik. **A talaj hihetetlenül gazdag mikrofaunája összetett és sokrétű kapcsolatban áll a magasabb rendű növények gyökérzetével, számos módon támogatják egymást** a nitrogén megkötésén



1. kép: Korhany, alatta gyökerekkel átszőtt, porózus talajrészlet (a szerző felvétele)

túl, a növekedés serkentésén át még a biotikus és az abiotikus stressz kivédésében, tűrésében is.



1. ábra: A talaj szerves anyagai (a szerző saját összeállítása)

A talaj szerves anyagainak nagyobb csoportokba tudjuk rendezni. Első megközelítésben beszélhetünk élő és elhalt szerves anyagról. Vannak a talaj élőlényei és a talajon élő növények gyökerei, szintén nagy csoport az elhalt növényi és állati maradványok, végül ugyanilyen fontos kategóriát alkotnak azok a szerves vegyületek, melyek az elhalt növényi és állati részek bomlásával keletkeznek.

A talaj élő alrendszere, vagyis a növényi és állati szervezetek közössége a talaj szerves anyagának körülbelül 10%-át adják. Ez az életközösség jelentős része növényi gyökérből, gombákból és baktériumokból áll. Ugyanakkor ez nem jelenti azt, hogy a többi élőlény ne lenne ugyanolyan fontos a talaj biológiai aktivitása szempontjából.

Az élő alrendszert bonthatjuk flórára és faunára, de csoportosíthatjuk őket méret szerint is. Így beszélhetünk makroszervezetekről (pl.: növényi gyökerek, gumók, hagymák, rizómák..., puhatestűek, férgek, ízeltlábúak...), mezoszervezetekről (pl.: ugróvilások, atkák...) és mikroszervezetekről, mint például a baktériumok, gombák, algák, fonálférgesek, egysejtűek...

A makro- és mezoszervezetek alapvető szerepe a talaj szerkezetének, vízháztartásának javítása, a talaj levegőztetése, összekeverése. Gondoljunk csak arra, hogy méretükből adódóan a nagyobb testű állatok járatakat ásnak, melyben a víz könnyebben és gyorsabban halad. Ugyanakkor lazító és keverő hatásuk van, élettevékenységeik révén feldarabolják az elhalt szerves anyagot, szabályozzák a táplálékláncot.



És akkor itt egy picit álljunk meg. Láthatjuk a diagramon, hogy az élő szervezetek döntő többsége mikroszervezetekből és gyökerekből áll. Adódhat a kérdés, hogy ha agronómiai állapotot és talajbiológiát vizsgálunk terepen, akkor miért a gilisztákat nézzük, számoljuk első körben? Több gyakorlati oka is van ennek, például a mikroszervezeteket terepen nem látjuk. Ami viszont ennél fontosabb: a földgiliszták nagyon jó indikátorok a talaj esetében. Jól mutatják az általános biológiai állapotot, számukban tükröződik a mezoszervezetek mennyisége és a mikroszervezetek aktivitása is. Számos földgiliszta faj él hazánkban, a legismertebb a közönséges földgiliszta, melyet úgy is neveznek, hogy a gazdálkodók fontos barátja. A giliszták hatalmas talajmunkát végeznek, segítik a pórusképzést, akár 180–200 cm mélységig lenyúló, függőleges járataikban – melynek falára váladékot kennek – a víz és a növényi gyökerek könnyen haladnak, ezáltal segítve az optimális vízháztartást és a gyökerek növekedését. Táplálkozásukkal átalakítják a szerves anyagot, amint az áthalad a tápcsatornájukon: a gilisztaürülék koncentráltabban tartalmaz makro- és mikroelemeket, mint a környező talajmorzsák.



2. kép: Gilisztajárat és gilisztaürülék (a szerző felvétele)

Olyan gilisztákat is ismerünk, melyek nem függőlegesen mélyítik járataikat, hanem vízszintesen (pl.: tejfehér giliszta), ezek az oldalirányú nedvesedést és gyökernövekedést segítik.

Ez a munka nem tűnik soknak egy hatalmas táblához és annak talajállapotához képest, azonban ez nem így van. Néhány év alatt **akár 10 tonna talajt képesek átmozgatni, keverni, felszínre hozni, átalakítani, javítani**, emellett évente 5–6 tonna növényi anyagot juttatnak a talajba, és ez idő alatt akár 100 tonna ürülék is termelhetnek hektáronként. Mennyiségük igen számottevő, egy nem bolygatott talaj esetében hektáronként milliós nagyságról beszélhetünk. **A hatékonyságuk nem a méretükön múlik, hanem**

az intenzív talajmunkákon. A talaj bolygatása lecsökkenti a fajszámot: mezőgazdasági területeken csak néhány faj található abból az 50-ből, ami a Kárpát-medencében elterjedt.

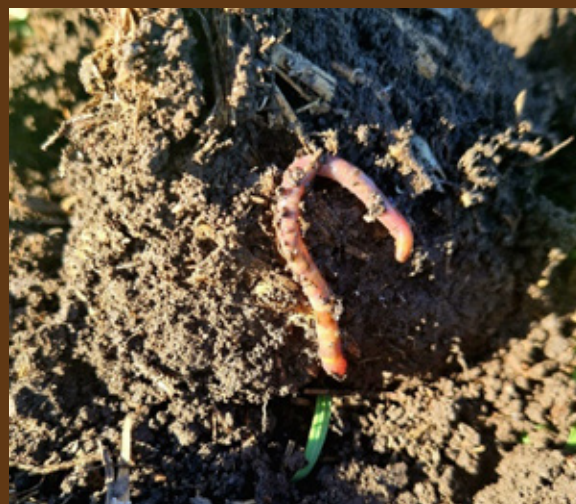
A giliszták a száraz és meleg időjárás vagy a téli hideg ellen a talaj mélyebb rétegeibe vonulnak, és nyugalmi állapotban várják a számukra kedvező körülményeket.



3. kép: Kora tavaszi átlom (a szerző felvétele)

Mi magunk is végezhetünk gilisztaszámolást: Mezőgazdasági művelés alatt álló, vályog fizikai féleségű területen, a számukra aktív időszakban egy ásónyomnyi talajban 2–3 giliszta jónak mondható – ez négyzetméterre levetítve akár 200 egyed is jelenthet.

DE! Az adott talaj gilisztaszáma függ a talaj szervesanyag-tartalmától, a rendelkezésre álló elfogyasztható növényi zöldtömegetől, a talaj fizikai és kémiai viszonyaitól. Az alacsony növényborítottság, a túl alacsony pH vagy éppen a nagyon laza szerkezet mindenképpen csökkenti a giliszták számát.



A szerző felvétele



Azonban az őszi és tavaszi időszakban a felszínhez közel, a művelési zónában tartózkodnak, ahol az intenzív forgó mozgást végző eszközök nagyon magas pusztulási arányt eredményeznek. A talaj túlzott terhelése, a nem megfelelően beállított keréknyomás szintén növeli a veszteségeket.

Érdemes vigyázni a földigilisztákra nem csak az általuk nyújtott szolgáltatások miatt, hanem azért is, mert jó jelzői az általános talajállapotnak.

A **makroflóra** a magasabb rendű növények gyökértömegét jelenti. Ezek a gyökerek nem csak belenőnek a talajba, aktívan alakítják, formálják is azt.

A gyökerek növekedése segíti a pórusok mennyiségének növekedését, az aktív gyökerek nyitva tartják a pórusokat, míg az elhalt gyökerek lassú bomlása tápanyagot szolgáltat, illetve helyükre könnyebben nőnek be a következő növény gyökerei. A növények által termelt gyökérváladékok hatással vannak a talajra és annak biológiai aktivitására.

A mikroszervezetek csaknem minden építő és lebontó folyamatban részt vesznek. Az elhalt szerves anyag átalakítása, a tápanyagok körforgása, az energia áramlása nem játszódna le nélkülük. Megkötik és átalakítják a légköri nitrogént, mely nélkülük felvehetetlen lenne a növényeknek. Segítik a szerves ásványos alkotókból felszabadítani a fontos tápanyagokat. Lebontják az elhalt szerves anyagot, ezáltal újrahasznosíthatóvá válnak a korábban megkötött tápelemek.... Szerepük óriási, nélkülük elképzelhetetlen lenne a magasabb rendű életformák fennmaradása.

Ezekkel az élőlényekkel folytatjuk a következő cikket.



4. kép: 110 cm-nyi gyökér (a szerző felvétele)





A szerző felvétele

A TALAJ SZERVES ANYAGAI II.

Dr. Hupuczí Júlia
Szegedi Tudományegyetem
Mezőgazdasági Kar

Az előző cikkben a talaj makroszkópos élőlényeivel foglalkoztunk, most folytassuk a mikroszervezetekkel.

Csaknem minden építő és lebontó folyamatban részt vesznek. Az elhalt szerves anyag átalakítása, a tápanyagok körforgása, az energia áramlása nem játszódna le nélkülük. A növényekkel nem csak egymás mellett élnek, hanem együttműködnek, egymást segítik és táplálják. Szerepük óriási, nélkülük elképzelhetetlen lenne a magasabb rendű életformák fennmaradása.

Hogyan tölthetnek be ennyire sokrétű és fontos funkciókat a talajban, hogy nélkülük megáll az élet? Úgy, hogy sokkal hamarabb itt voltak, mint a növények.

A gombák és a baktériumok a bolygó legősibb életformái. Korukat évszázmilliókban mérhetjük, az elsők között voltak, akik heterotróf módon táplálkoztak és kihasználták ennek minden lehetőségét: megtáplálták feltárni a szerves anyag tápanyagtartalmát. Már javában a szárazföldön éltek, amikor az első növények elkezdték azt „meghódítani”. Ráadásul a gombák egyik fontos tulajdonsága, hogy szeretnek kapcsolatot kiépíteni más élőlényekkel, vagyis az interakció és az együttműködés a szárazföldi növények és gombák esetében nagyon régre nyúlik vissza. Ott voltak, amikor az első talajképző folyamatok beindultak, ezek az élőlények voltak azok, melyek megalapozták a talajok tápanyagforgalmát.



1. kép: <http://www.theconsciousfarmer.com/magnificent-mycorrhizae/>



2. kép: Mennyiségi paraméterek (saját szerkesztés)



A mikroszervezetek, mint például a baktériumok, gombák, algák, fonálférgek, egysejtűek milliárdos nagyságrendben találhatóak egy-egy maréknyi talajban (2. kép). Tényleges mennyiségük azonban sok tényező függvénye. Élőlények, vagyis rájuk ugyanúgy vonatkoznak azok a szabályok, amelyek kultúrnövényeinkre is: számukra megfelelő élet-körülmények között fejlődnek jól, és teljesítményüket is csak ebben az esetben tudjuk optimalizálni.

Sokat beszélünk a talaj biológiai aktivitásáról, a humusról, a tápanyag-szolgáltató képességről. Valójában miért?

Növénytermesztés során prioritást élvez a növények tápanyaggal és vízzel való ellátása. Az előbbit sok esetben túlzottan is megtesszük anélkül, hogy ismernénk talajunk természetes tápanyag-szolgáltató képességét.

Ha egy természetes, művelésben nem volt talajt vizsgálunk, akkor látjuk, hogy a rajta és benne található vegetáció alkalmazkodott a terület eltartó képességéhez. Az anyagok körforgása megvalósul, a növények a felvett tápanyagokat beépítik szervezetükbe, majd elhalt részeik visszakerülnek a talajba, ahol a megkötött tápanyagok fokozatosan felszabadulnak és táplálják a növényeket.... Ez egy jól működő, dinamikus rendszer, amibe nem kell kívülről beavatkoznunk sem víz-, sem tápanyagpótlással.

Növénytermesztés során sok tényező megváltozik. A növényi részek jelentős részét vagy teljes egészét elvisszük a területről, így megszakad a körfolyamat és a talaj szolgáltató képessége idővel elkezd akadozni. Ráadásul egy kultúrnövénytől egészen más termésátlagokat várunk el, mint a természetes vegetációtól. Így szükségszerű a tápanyagpótlás,

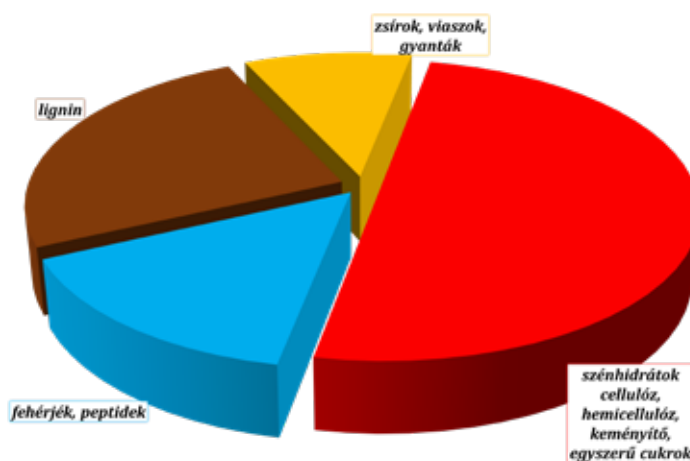
amit sok esetben csak műtrágyával oldunk meg, ezért kevesebb szerves anyag jut vissza a talajba, mint amennyi az egyensúly fenntartásához kellene, vagyis a talaj tápanyagtartalma csökken.

A MIKROSZERVEZETEK NYÚJTOTTÁ SZOLGÁLTATÁSOK:

- Biológiai nitrogénkötés
- Foszfor szolubilizáció
- Kálium mobilizálás
- Növényi növekedés serkentése
- Stressztűrés növelése
- Gyökérnövekedés serkentése
- Kontroll hatás egyéb kórokozókra

Ugyanakkor ez nem jelenti azt, hogy a talajban ne találunk tápanyagokat. A talaj tápanyagkészlete, azaz tápanyagtökéje sokkal nagyobb, mint a felvehető tápanyagok mennyisége. Előbbi raktárfunkciót lát el, képződése nagyon hosszú időre nyúlik vissza, és nem csak a humuszt értjük alatta. Utóbbi, vagyis a felvehető tápanyagok mennyisége sok esetben a talaj pillanatnyi fizikai és kémiai állapotán múlik – milyen a talaj nedvességtartalma, a hőmérséklete, kémhatása.

A **tápanyagtőke** döntő többsége elhalt szerves anyagból képződött és halmozódott fel a talajban. A folyamat legfontosabb eleme a mikrobiológiai aktivitás. A makroszervezetek leginkább fizikai munkát végeznek: a mélyebb rétegekbe vonszolják a szerves anyagot – aminek jelentős része növényi rész –, felaprítják, elfogyasztják azt, de az ürülékük még sok, bonyolult felépítésű, könnyebben vagy nehezebben bontható anyagot tartalmaz. Ez még messze áll a növények számára felvehető, könnyen oldódó ionoktól. Ahhoz, hogy eljussunk a felvehető ionokig még biokémiai átalakulások sorozatára van szükség.



1. ábra: A növényi részek alkotói (saját szerkesztés)



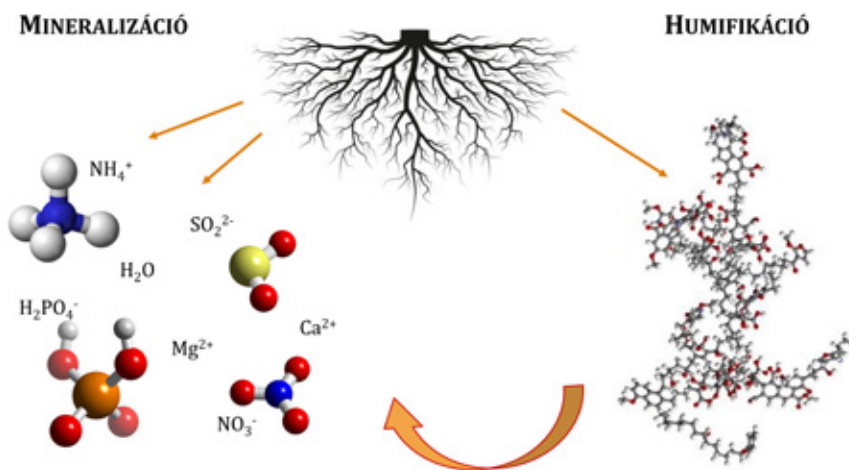
A növényi maradványok szénhidrátokat, fehérjéket, lignint, zsírokat, viaszokat és gyantát tartalmaznak. Ezeknek az anyagoknak eltérő a bonthatósága, ami alapvetően a növényi részek változó szén:nitrogén (C:N) arányától függ.

A lebontás során két folyamat játszódik le: az egyik a mineralizáció, a másik pedig a humifikáció.

Mineralizáció során a szerves kötésben lévő elemek felszabadulnak, ásványos tápelemekké alakulnak. Ezzel szemben a **humifikáció** során új, stabil vegyületek képződnek, melyeket összefoglaló néven humuszanyagoknak nevezünk (4. ábra). A könnyen bontható szerves maradványok gyorsan mineralizálódnak, míg a nehezen bontható részek nitrogéntartalmú anyagokkal összekapcsolódva újra szerves kötésbe kerülnek. Lényegében raktározó funkciót látnak el, hosszabb időre megőrizve a gyökérrégióban a tápelemeket, míg a mineralizálódott elemek gyorsan felvehető formában biztosítják a növények tápanyagellátását. A két folyamat dinamikus egyensúlyát a talajlevegő oxigéntartalma szabályozza. Ha a lebontó szervezeteknek elegendő oxigén áll

rendelkezésére, akkor a mineralizáció kerül előtérbe: a legtöbb szerves vegyületet ionos formában szabadítják fel, majd nagy részük beoldódik a talajoldatba. Egy részüket a növények veszik fel, egy részük lemosódik (kilúgozódik) a mélyebb talajrétegekbe. Abban az esetben, ha kevesebb oxigén áll rendelkezésükre, akkor a szerves anyag bontása lassul, és a nehezen bontható részekből megindul a humuszképződés.

A különböző növényi szervek C:N aránya eltérő – nem mindegy, hogy egy levelet vagy egy fásodott ágdarabot szeretnénk lebontani –, ráadásul ez az arány az adott szervben is változik az idő múlásával, ha maradunk a levélnél, akkor annak zöld és száraz-barna állapota más C:N arányt takar. A növényi részek ahogy öregednek, úgy módosul a C:N arányuk. Az öregedéssel tulajdonképpen csak a nitrogéntartalom csökken, a szén mennyisége állandó. Vagyis nőni fog a C:N arány – egyre több szénre jut egyre kevesebb nitrogén. Minél tágabb ez az arány, annál nehezebb bontani az adott szerves anyagot.



2. ábra: a szerves anyag bontása (saját szerkesztés)

Ezt végiggondolva logikus, hogy a laza szerkezetű, magas levegőtartalmú homoktalajok humusztartalma miatt alacsony és miért nehéz azt növelni még rendszeres szervesanyag kijuttatása mellett is. A pórusok magas oxigéntartalma ellentart a humuszképződésnek. Ugyanakkor ehhez nagyon hasonló folyamat játszódik le akkor is, ha rendszeresen levegőztetjük, forgatjuk a talajt. Ilyenkor nagyobb mennyiségű oxigént juttatunk be a pórusokba, ezáltal fokozódik a mineralizáció, sőt a sok oxigén jelenlétében a mikroszervezetek a már félig-meddig átalakult szerves vegyületeket is elkezdik felélni,

ezáltal szerves anyagot veszítünk. Ugyanezt a folyamatot megfigyelhetjük a komposztáláskor is: ha túl jól érzik magukat a lebontók vagy túl sokáig hagyjuk őket dolgozni, akkor felélik a szerves anyag tápanyagtartalmát, így a komposzt egyre inkább földszerűvé válik, felvehető tápanyagtartalma csökken, és inkább a szerkezetjavító, vízmegkötő hatását tudjuk kihasználni. Abban az esetben, ha a tápanyagtartalmat is szeretnénk megtartani, akkor hamarabb be kell rekeszteni a komposztálás folyamatát és kijuttatni azt, hogy a szerves anyag bontása már a talajban folytatódjon tovább.



Miért fontos ez, ha végső soron úgyis minden szerves anyag lebontásra kerül és ionokká alakul át? Mert nem mindegy, hogy a két végállapot között mennyi idő telik el, és addig milyen egyéb fontos folyamatokban tud részt venni a félíg-meddig átalakult maradvány.

Ami a mikroszervezetek munkáját illeti: ezek a szervezetek végzik a növények számára oly fontos nitrogén feltárását is. A nitrogén a második legfontosabb elem az élő szervezetek számára, azonban nem könnyű hozzájutni. **A nitrogén nem ásványalkotó elem, nem található meg a kőzetekben, így a talajban sem. Nem is tudjuk hosszabb távra lekötni a talajban, szökik a vízzel és a levegővel is.** Két fő forrását ismerjük: a légkört és az élőlényeket. Egyik nitrogénformát sem tudják hasznosítani a növények. A légköri nitrogén megkötésére csak néhány, a talaj mikrobiomjához tartozó élőlény képes, ugyanígy a szerves maradványokban található nitrogén felszabadítása és megfelelő ionos formává alakítása is mikrobiológiai aktivitáshoz – és talajhoz – kötött.

A légköri **nitrogén** megkötése a talajban szabadon vagy a növényekkel szimbiózisban élő nitrogénkötő baktériumok révén történik. Ilyen szabadon élő nitrogénkötők a cianobaktériumok vagy az *Azotobacter* és *Clostridium* baktériumok, míg szimbióta szervezetek például a *Rhizobium* és az *Azospirillum* fajok. Az ily módon megkötött nitrogén mennyisége akár 250–400 kg/ha is lehet évente – a megkötött nitrogén közel 80%-át a szimbióta szervezetek adják. Ehhez a szolgáltatáshoz viszont szükség van glükózra és növényi gyökerekre. A szimbióták erősen növény specifikusak (pl.: *Rhizobium*-pillangós gazdanövény páros), ugyanakkor a szabadon élők kevésbé kötődnek 1-1 gazdanövényhez. A szerves anyagban található kötött nitrogén felszabadítása többlépcsős, bonyolult folyamat, melyet szintén baktériumok és mikroszkopikus gombafajok végeznek.

A **foszfor** egészen máshogy viselkedik a talajban, mint a nitrogén. Megtalálható némelyik ásványban, így a talajban is, és természetesen az élőlényekben is. A foszfor ugyanakkor egy rendkívül érzékeny és reakcióképes makroelem. **A környezeti tényezők kisebb változása is negatívan hat a foszfor mobilizációjára. Ha alacsonyabb a hőmérséklet (hideg a talaj): a foszfor felvehetetlen. Ha emelkedik a pH: a foszfor Ca^{2+} ionnal vagy Mg^{2+} ionnal**

kapcsolódik össze és felvehetetlen. Ha csökken a pH: a foszfor Fe^{3+} ionnal vagy Al^{3+} ionnal alkot komplexeket és válik felvehetetlenné. Ha csökken a talaj szervesanyag- és humusztartalma: a foszfor az agyagásványokkal köt házasságot és válik felvehetetlenné.... Lényegében a legtöbb fizikai és kémiai változás megnehezíti a foszfor felvételét. Mégis, a természetes vegetáció esetében nem alakul ki foszforhiány. És itt jönnek képbe a mikroszervezetek és az általuk termelt humusz. A foszfor szolubilizáció egy szép kifejezés arra, hogy a növények számára oldhatatlan formában lévő foszfort a mikroszervezetek oldható formába viszik savak és enzimek termelésével – ehhez azonban szintén szükségük van a növényi gyökerek által termelt váladékokra. A szerves eredetű foszfor bontásában ugyanilyen fontos a szerepük. A humuszanyagok pedig védő funkciót látnak el: amíg jelen vannak a talajban az agyagásványok inkább hozzájuk kötődnek, így a foszfor nem tud inaktiválódni. Bármennyire is meglepő, de a műtrágyákkal kijuttatott foszforral pontosan ugyanez a helyzet: **a kijuttatott mennyiségnek csupán kis része hasznosul, a többi valamilyen talajalkotóval lekötődik, komplexeket képez és felvehetetlenné válik a növények számára. Az ország talajainak foszforkészlete igen magas, azonban a felvehető foszfor már ennél jóval kevesebb. A folyamaton a biológiai aktivitás és a humusztartalom növelése tud segíteni, a többlet hatóanyag nem.**

Fontos talajtani jelenség a káliummal kapcsolatban az agyagásványok kálium lekötő hatása. Abban az esetben, ha sokáig nem történt káliumpótlás, és a talajban található agyagásványok jelentős mennyiségű káliumot adtak le, akkor a talajba kerülő kálium az agyagásványokon, azok rácsában fog megkötődni, ezáltal egy kisebb adag káliumpótlás teljesen eredménytelen lesz.

A **káliummal** kapcsolatban tudjuk, hogy elengedhetetlen a megfelelő növényfejlődéshez és termésmennyiséghez. Ami talán kevésbé közismert: a talaj káliumtartalmának jelentős része szervesetlen ásványos formában van jelen, azonban ezek felvehetőség szempontjából három csoportba sorolhatóak: vízdékony K^+ a talajoldatban, félig kötött K^+ a talajkolloidok felszínén, kötött K^+ az agyagásványok kristályrácsában. Ezen formák közül csak az első típust képesek a növények közvetlenül



felvenni, azonban ebből van a legkevesebb. **A talajok teljes káliumtartalmának csak 1-2%-a vehető fel közvetlenül. A többi felszabadításában a mikroszervezetek segítenek.** Ismerünk olyan baktériumokat, melyek képesek az agyagásványok és

a szilikátok rácsában rögzített káliumot felszabadítani és a növények számára felvehető formában tartani. Illetve a növényi maradványok káliumtartalma sem elhanyagolható, ezek lebontásával szintén felvehető káliumion kerül a talajba.

Sokrétű szolgáltatás a növényeknek: PGPR

A növények a fotoszintézis során termelt anyagok egy részét (ez akár 20% is lehet) különböző savak és szénhidrátok formájában a gyökereiken keresztül ki-juttatják a talajba. Ennek hatására a mikroszervezetek a gyökerek közvetlen közelében nagyságrendekkel nagyobb számban fordulnak elő. A mikrobaállomány képes hatékonyan hasznosítani a növény által kiválasztott anyagokat, cserébe a növényt támogató direkt és indirekt hatásokat fejtenek ki: serkentik a növekedést, fokozzák a stressztűrő képességet. A PGPR tulajdonképpen növényi növekedést serkentő rizobaktériumok csoportja. Tevékenységük sokrétű: növényi hormonokat termelnek vagy éppen bontanak le, ezzel befolyásolják a növények életfolyamatait. A talajból fertőző kórokozókkal szemben is hatékony védelmet jelentenek a növények számára: kiszorítják azokat a gyökerek közeléből, így nem tudnak bejutni a növényi szervezetbe. Sziderofór termeléssel segítik a növényt és gátolják a kórokozókat: a vegyület olyan formában tartja a vasat, amit a növények képesek hasznosítani, de a kórokozók viszont nem.



3. kép: A szerző saját fotója

A növények által talajba juttatott asszimiláták egyéb mikroszervezetek érdeklődését is felkeltik: a **mikorrhiza gombák** komoly barterkereskedelmet folytatnak a növényekkel. A csere lényege: a gomba tápanyagot gyűjt a növénynek, a növény cukrokat ad a gombának. Miért? Mert **a gombák sokkal hatékonyabban képesek feltárni a talaj tápanyagtartalmát.**



4. kép: Gombafonalak munka közben (a szerző saját fotója)

A gombafonalak (hifa) kisebb átmérőjűek, így a gyökerek számára már túl szűk pórusokba is be tudnak nőni, ráadásul sokféle és igen hatékony enzimet termelnek, így nagyobb tápanyagmennyiséget tudnak mobilizálni. A kölcsönösen pozitív kapcsolat révén a növények többszörös méretű talajrégióból jutnak vízhez és tápanyaghoz.

Ezeket a szolgáltatásokat azonban csak akkor tudjuk növényeink hasznára fordítani, ha a talajbiomot táplálják a növények. Élő gyökerek nélkül ez a nagyfokú biológiai aktivitás leépül.

Ezzel a hosszúra nyúlt, ám mégis nagyon rövid összefoglalóval éppen csak karcoljuk a talaj mikrobiológiai életét és aktivitását. Elképesztően bonyolult folyamatok játszódnak le és szerteágazó kapcsolatok alakulnak ki a talaj gyökérrégiójában. **Ezek a kapcsolatok komoly földtörténeti fejlődésre tekintenek vissza, sok-sok évmillió állt a mikroszervezetek és a növények rendelkezésére, hogy tökéletesítsék ezeket a folyamatokat, és az élettelen kőzetekből termékeny talajt állítsanak elő saját maguknak.**

