

## MIKROBIOLÓGIAI FOLYAMATOK GYEPEK TALAJÁBAN

*Kátai János*

### Summary

*In this paper we summarised the most important microbial processes in the soil of pasture, grassland and meadow on the base of special literature.*

*In soil more than 4000 species live and take part in the biogeochemical cycle. About 30-40 elements are flowing in the hydro-, pedo- and atmosphere from abiotic environment to living organisms and vice versa. The heterotrophic organisms decompose the organic matter from which originate the mineral materials (mineralization). The microbes claim the mineral materials for their function therefore take them up (immobilization).*

*Grassland is a specific biotop for microbes as well as lower and higher living beings. Year by year large quantity of roots form in the soil supporting the grasses one part of which perishes. The plant remains provide the favourit living condition for those microbes and earthworms involved in the humification process. Consequently, the humus content of soil increases and its structure and mineral nutrient supply of plants also improves.*

*Besides the most important microbial processes are: oxidative (nitrification) and reductive (denitrification), fixing (N-fixing) voluting (nitrogen, ammonia) ones.*

*Finally, we emphasized when we choose and use some agrotechnical methods we have to make an effort the microbial processes contribute to more succesful production directly or indirectly.*

Szinte hihetetlen, hogy sem egy talajtípusról, sem egy tóról nem állíthatjuk azt, hogy teljes egészében ismerjük a benne élő szervezeteket, fajok szerinti összetételét. Ez elsősorban a mikroorganizmusok ismeretére vonatkozó hiányosságainknak tulajdonítható. Ennek részben az a magyarázata, hogy nem minden mikroorganizmust - elsősorban baktériumot és mikroszkopikus gombát - tudunk táptalajon kitenyészteni. Az elektronmikroszkóp pedig közvetlen nem alkalmazható ilyen vizsgálatok céljára. Az is előfordul, hogy a mikrobák - eddigi ismereteink alapján - nem sorolhatók be rendszertanilag, bár erre vonatkozóan a molekuláris biológiai kutatások beláthatatlan távlatokat nyitottak. További nehézséget jelent, hogy a mikroba populációk faj szerinti összetétele sem állandó az idő függvényében. Természetesen a mikrobák domináns fajait ismerjük, de azok egy részének pontos rendszertani helye, meghatározása komoly felszerelést, speciális szakismeretet igényel (SZABÓ 1989). Az említettek ellenére a talajban élő szervezetek fajsámát több mint 4000-re becsülik (FÜLEKY 1988).

Korábbi dolgozatunkban már rendszerezetten ismertettük a talajban élő szervezetek fontosabb csoportok szerinti előfordulását és azok biomasszáját (KÁTAI 1993). A talajban élők diverzitására utalva és a mikrobák szerepének hangsúlyozása érdekében az alábbi adatsor emelhető ki. Egy rét talajában az élővilág 80 %-át a mikroorganizmusok (baktériumok, sugárgombák, mikroszkopikus gombák, algák, protozoonok) alkotják, amíg a talajban élő fauna részesedése csak 20 %, ebből 8 % a gyűrűs férgek előfordulási aránya (SZÉKY 1979). Becslések szerint a talajban lejátszódó anyag- és energia-átalakító folyamatok 60-80 %-a a mikroorganizmusoknak köszönhető. A mikrobák a

gilisztákkal együtt alapvetően meghatározzák a talaj biológiai aktivitását (BRADY 1990).

A mikrobák mennyiségén és összetételén kívül fontos ismernünk, hogy milyen folyamatokban, milyen aktivitással vesznek részt azok. Jelen dolgozatunk célja, hogy összefoglalva áttekintsük a talajban, ezen belül főként a gyepek, rétek, legelők talajában lejátszódó fontosabb mikrobiológiai folyamatokat.

Az élőszervezetek fejlődéséhez szükséges elemek közül 30-40 (közülük a legfontosabbak a C, N, H, O, S, P) a biogeokémiai cikluson keresztül áramlik a hidro-, a lito- és az atmoszférában. A biogeokémiai ciklus megjelölés azt is kifejezésre juttatja, hogy az elemek egy körforgalomban áramlanak:

- az élettelen környezetből az élő szervezetek felé és vissza, vagy
- a szerves kötésből a szervetlenbe és vissza,

miközben az oxidációs fokuk is változik. Az elemek körforgalmában az élőszervezetek, a geológiai környezet és tiszta kémiai folyamatok egyaránt részt vesznek (SZABÓ 1986). Az ökoszisztémákban az anyag körforgalom azonban nem választható el az energia áramlásától, amely egyirányú és visszafordíthatatlan.

A **mineralizáció** során a talaj specifikus (humusz) és nem specifikus szerves anyagai, a talajban élő heterotróf szervezetek közreműködésével lebomlanak és felszabadul a szerves vegyületek energiája is. Amíg aerob körülmények között széndioxid, víz, valamint a növények számára felvehető ásványi anyagok ammónium-, ortofoszfát-, nitrát-, szulfát ionok, Ca, Mg és mikroelemek (Cu, Zn stb.) keletkeznek, addig anaerob viszonyok között elsősorban széndioxid és ammónia mellett metán, kénhidrogén, szulfid, ortofoszfát, etilén, aminok, valamint egyszerű szerves savak képződnek.

A mikrobák igénylik életfolyamataikhoz az ásványi anyagokat (nitrogén, foszfor). A mineralizációval ellentétes folyamat az **immobilizáció**, amely során az elemek átmenetileg a talajmikrobák sejtjeibe épülnek be és a növények számára felvehetetlenné válnak. A mikrobák szervezetébe beépült nitrogén vegyületek azonban felvételük után rövid idő múlva ásványosodnak (ROSSWALL 1976. cit. NÉMETH 1996).

A **humifikáció** során a biocönózis hulladékainak egy része (az elhalt növényi maradványok, az állati termékek, a bélsár, a vizelet) átalakul, új, specifikus szerves anyag keletkezik, a humusz.

Humifikáció szempontjából a gyeptalajok sajátos, speciális helyzetben vannak. A rétek, legelők és gyepek vegetációit alkotó fűfélék dúsan elágazó gyökérzettel rendelkeznek. A hajszálgökök körülnövik a különböző méretű elsődleges ásványi alkotókat (talaj szemcséket) és az aggregátumokat. A gyökérzet sajátossága, hogy a növények fejlődésének kezdetétől gyökérváladékot (izzadmányt) képez. Ez a váladék szénhidrátban, szerves savakban, nukleotidokban, aminosavakban, enzimekben és más vegyületekben rendkívül gazdag és ideális tápanyag ellátottsági feltételeket (szubsztrátot) biztosít a mikrobák számára. Itt, az úgynevezett rizoplánban akár százszorosára, ezerszeresére növekedhet a mikroorganizmusok száma (SZABÓ 1989). A vegetációs időszakban a növények fejlődésével párhuzamosan, egészen a virágzásig növekszik a gyökérváladék képződése és a rizoplán mikroba populációinak mennyisége. A virágzás után csökken, mind a gyökérizzadmányok képződése, mind a mikrobák száma.

A fűfélék gyökérzetének jelentős része elpusztul a vegetációs időszak végén és a gyökérzet megújul a következő évben. A visszamaradt gyökérmaradvány és az előbbiekben említett mikrobiális biomassza (amely szubsztrát hiányában elpusztult) számottevően növeli a talaj szerves-anyag készletét. Az így keletkezett szerves-anyagot

most már egy más összetételű mikroba populáció hasznosítja majd. Minél mélyebbre hatol a fűfélék gyökérzete, annál vastagabbá válik a talaj humuszos szintje. A mélyen gyökerező és sok humuszt képző gyepek növelik a talaj termékenységét (VINCZEFFY 1991).

Részen a gyökérváladékoknak, részben a humusz anyagoknak köszönhetően tartós, vízálló szerkezet alakulhat ki. Fűvek hatására már a második évben is létrejöhet a tartós, morzsás szerkezet, amely akár 3-6 évig is megmaradhat (BLACK 1968 cit. GYÓRI 1984). Olyan növényeknél, amelyek zárt takarót (fűfélék, lucerna) biztosítanak a talajon nagyobb mennyiségben található a vízálló morzsák, mint más növényeknél (gabonafélék).

A talajszerkezet javítására irányuló mikrobiológiai kísérletek azt bizonyították, hogy a mikrobák igen hatékony, természetes szerkezetképzők. SKINNER (1986. cit. SZABÓ 1989) szerint a vetésforgóba érdemes beiktatni a fűféléket, hiszen alkalmasak a talajszerkezet javítására. Ez elsősorban a fűvek gazdag hajszálgökbérekének és a nagy mennyiségű gyökérváladéknak köszönhető. A gyepek a kedvezőtlen adottságú talajok vagy a degradált szántók meliorálására is alkalmasak (VINCZEFFY 1974).

Az említettek közül is következik, hogy a fűkeverékek alkalmazása többszínű élővilág számára biztosít életfeltételeit, mint a monokultúra (KÁTAI 1996a). A fűkeverékek használata növeli a talajban előforduló élőlények faji diversitását.

A talajban jelentősek azoknak a mikrobáknak az előfordulása is, amelyek az ammónium, nitrit, kén, kénhidrogén, fémszulfidok ferrovas vagy hidrogén kémiailag oxidációja során keletkezett energiát hasznosítják. Ezek a kemolitotróf, autotróf baktériumok többek között a következő nemzetségekbe sorolhatók: *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Thiobacillus*, *Ferrobacillus*.

Az oxidációs folyamatok között kiemelkedő szerepe van a nitrifikációnak, amely során a baktériumok az ammóniumot nitriten keresztül nitráttá alakítják. A folyamat mindkét lépése aerob körülmények között játszódik le, minél jobb a talaj levegőzöttsége, annál erőteljesebb a nitrifikáció mértéke.

A talajban közönségesek az olyan mikrobák is, amelyek energia- és anyagcseréjéhez közvetlenül kapcsolódik a redukció. Az anaerob erjesztők a szerves savakat, a denitrifikálók, pedig a nitrátot redukálják. A nitrogén és a vas könnyen redukálódik, ha a mikrobák elfogyasztják az oxigént a talajból. A nagyobb nedvességtartalmú gyepek talajok esetében (réti talajok) fokozottan kell számolni időszakos oxigénhiánnyal, ennek következtében a redukációs folyamatokkal.

Fixáció alkalmával valamely elemi gáz nem gázhalmazállapotúvá válik. Ebben a folyamatban a szabadon élő (*Rhizobium*, *Clostridium*) és szimbióta nitrogénkötő (*Azotobacter*) baktériumok egyaránt részt vesznek. A szabadon élők (SZÉKY (1979) szerint 1-15 kg N/ha/év; BRADY (1990) szerint 5-30 kg N/ha/év), de különösen a szimbioták (SZÉKY (1979) adata: optimális körülmények között 60 kg N/ha/év; BRADY (1990) adatai a növények fajtájától függően 30-250 kg N/ha/év között változtak; KASPER (1986) fehér here alatt 150 kg N/ha/év értéket mért) jelentős mértékben gyarapítják a talaj nitrogén tőkéjét.

A fixáció ellentétes folyamata a volatilizáció (elillanás). A talaj a mineralizáció során széndioxidot vagy metánt veszíthet, a denitrifikálók pedig nitrogén és dinitrogén-oxid termeléssel csökkenthetik a talaj nitrogénkészletét. Azokban a talajokban, ahol a pH magas az ammónium ionok könnyen ammóniává alakulnak és az atmoszférába

jutnak. Ez a nitrogén veszteség származhat a hígtrágyák, szennyvizek, valamint a szennyvíziszapok helytelen használatából és következménye lehet az okszerűtlen műtrágyázásnak. A nitrogén veszteséget a  $N_2$ -kötő mikrobák ellensúlyozzák.

A magasabb rendű növények **szimbiotikus együttélést** alakíthatnak ki baktériumokkal vagy gombákkal. A szimbionta nitrogénkötő baktériumok pillangósvirágúak gyökérgümőiben élnek, amelyek gazdag nitrogénforrást biztosítanak a gazdanövények számára. A gazdanövények pedig szerves anyagot juttatnak a mikrobák számára.

A magasabb rendű növényekkel szimbiózisban élő mikorrhiza gombák szintén széles körben elterjedtek a természetben. A természetben élő növények közül nemcsak a gabonafélék és zöldségfélék élnek ilyen kölcsönhatásban a mikrobákkal, hanem a pázsitfűvek is (MURROMCEV et al. 1986). A kísérleti eredmények azt bizonyítják, hogy a mikorrhiza gombák jelenléte javítja a növények foszfor ellátottságát.

A talaj természetes környezete a benne élő mikrobáknak, amelyek optimális feltételeket igényelnek (LYNCH 1983). Mikrobiológiai szempontból a fizikai változók közül a hőmérsékleten és a nedvességtartalomon kívül a mechanikai összetétel, a különböző agyagásványok aránya, a talaj vízgazdálkodása, szerkezete és pórus viszonyai meghatározó jelentőségűek. Fontosabb talajkémiai tulajdonságokhoz tartoznak a kémhatást befolyásoló-, valamint a szerves anyag és az ásványi tápanyagtartalmával összefüggő változók (KÁTAI 1994).

A legelő és gyepgazdálkodás során az alkalmazott agrotechnikai eljárások (trágyázás, öntözés, mélylazítás, fűkeverékek alkalmazása, meszezés stb.) arra irányulnak, hogy a gyep növényzet számára kedvező feltételeket biztosítsunk a nagyobb növényi biomassza eléréséhez. Természetesen ezek a beavatkozások hatást gyakorolnak a talaj élővilágára is (KÁTAI 1996b). Az agrotechnikai eljárások kiválasztásánál és okszerű alkalmazásánál arra kell törekednünk, hogy a talajmikrobiológiai folyamatok közvetlenül vagy közvetve járuljanak hozzá az eredményesebb gazdálkodáshoz.

## Irodalomjegyzék

- Brady, N. C. : 1990. The Nature and Properties of Soils. MacMillan. Pub. Comp. New York. 253-276.
- Fülek Gy.: 1988. A talaj. Gondolat. Bp. 36-80. P.
- Győri D.: 1984. A talaj termékenysége. Mg. Kiadó Bp. 51.
- Kasper, J.: 1986. Datelinotravne miesanky a minerlny dusik. Agrochémia, Bratislava, 26/11., 311-315. P.
- Káta J.: 1993. Tanulmány a gyep talajának élővilágáról. Debreceni Gyepgazd. Napok 11. Legelt. Állattartás (szerk. VINCZEFFY) Db. 85-100.
- Káta J.: 1994. Javítóanyagok hatása a gyep talajára. Debreceni Gyepgazd. Napok 12. Legelt. Állattartás (szerk. VINCZEFFY) Db. 229-247. P.
- Káta, J.: 1996a. The role of the living world of grassland. Grassland Management Meeting. Bp. (szerk. VINCZEFFY) 49-52.
- Káta, J.: 1996b. A gazdálkodás talajmikrobiológiai hatásai. 5. sz. Természetes állattartás (szerk. VINCZEFFY) 31-36. P.
- Lynch, J. M.: 1983. The soil as a habitat for microorganisms. Soil Microbiology. Microbiological Factors in Crop Productivity, Oxf. -Lond. Black. Sci. Publ. 5-24.

- Muromcev, G. SZ. – Zolnikova, N. V. – Marsunova, G. N. : 1986. A mezőgazdasági növények vesiculáris-arbuscularis mikorrhizája a Szovjetunió gyepes podzol talajaiban. *Agrokémia és Talajtan*. 35/3-4., 457-468. P.
- Németh T.: 1996. Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet. Bp. 114-118. P.
- Szabó I. M. : 1986. Az általános biológia alapjai. Mg. Kiadó. Bp. 159-208. P.
- Szabó I. M. : 1989. A bioszféra mikrobiológiája. II. Akad. Kiadó. Bp. 872-879. P.
- Széky P.: 1979. Ökológia. A természet erői a mezőgazdaság szolgálatában. *Natura*. Bp. 88-112.
- Vinczeffy I.: 1974. A gyepék gyökérprodukcója. *Ser. Plant. Cult.* XIX. Debrecen, 55-90.
- Vinczeffy I.: 1991. Gyepgazdálkodási praktikum. DATE Debrecen. 18-21. P.
- 

Szerző: Dr. Kátai János egyetemi docens  
Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Mezőgazdaságtudományi Kar,  
Talajtani és Mikrobiológiai Tanszék  
4032. Debrecen, Böszörményi út 138.