

# Kicsi a bors, de erős: talajtisztítás mikroorganizmusok segítségével

A környezetszennyezés korunk egyik legégetőbb problémája, hiszen mindennapi életünk minőségének romlásával jár együtt. Gondoljunk csak a fizikai szennyezőkre (zaj, hő, fény), a káros kémiai anyagokra (szennyvíz, műtrágyák, vörösiszap) és a nagy vitákat kiváltó biológiai „szennyezőkre” (génmódosított élőlények, GMO).

A talajszennyeződés fő okozói az ipari termelő folyamatok, de ide sorolhatók a nem megfelelően kialakított szemét- és hulladéklerakók is. A talajszennyezés szoros kapcsolatban áll a vízszennyezéssel és a növénytermesztéssel, sőt az állattenyésztéssel is, hiszen a talajba került veszélyes anyagok bekerülhetnek az ivóvizekbe, illetve a mezőgazdasági növények akkumulálhatják őket. Mindezek következtében a mérgező anyagok étel vagy ital formájában akár a szépen megterített étkezőasztalunkra is felkerülhetnek.

A XXI. században a gyárak a legszigorúbb szabályokat és előírásokat betartva állítják elő termékeiket, hogy minél kevesebb szennyező jusson a környezetbe, köztük a talajba, de 50-100 évvel ezelőtt még más, a maiakhoz képest sokkal megengedőbb eljárások és szabályok voltak irányadók. A sejtbioológia és a toxikológia fejlődésével sok kemikáliáról derült ki, hogy mérgező, káros hatással van a környezetre. Hogyan szabadulhatnak meg tőlük?

Számos kémiai anyag idővel magától lebomlik a talajban, vagy kimosódik onnan, de ezek a folyamatok sajnos évtizedekig is eltarthatnak. Az egyik megoldás ezért az lehet, hogy a talajt elszállítjuk, kimossuk belőle a szennyezőanyagot, majd a megtisztított földet visszavisszük az eredeti helyére. A problémát ezzel azonban csak látszólag oldottuk meg, mivel nagy mennyiségű, a veszélyes anyagot tartalmazó mosóvíz marad hátra, és akkor még nem beszélünk a logisztikai költségekről, melyek jelentősen megdrágítják a tisztítási eljárást. Olyan megoldásra van szükség, amely olcsó, gyors, és véglegesen eltünteti a veszélyes anyagot, nem csupán egy másik fázisba viszi át azt. Ebben segíthetnek nekünk a mikroorganizmusok. Azon folyamatok összességét, melyek élőlényeket (elsősorban baktériumokat és mikroszkópus gombákat) vagy sejttalkotókat alkalmaznak olyan anyagok lebontására, melyek fizikai és ké-

miai úton csak nagyon nehezen (drágán, lassan) közömbösíthetők, biológiai degradációnak (biodegradációnak) nevezük. Az eredeti környezet biodegradációs folyamatok útján történő helyreállítása a bioremediáció.

A bioremediáció a biotechnológia egyik legdinamikusabban fejlődő területe. A fejlődés oka elsősorban a mikrovilág szinte elképzelhetetlen sokszínűségében rejlik: becslések szerint az ismert (leírt, nyilvántartásba vett) mikrobiális fajsza néhány ezreléke csupán a Földön ténylegesen élő baktérium-, gomba- és algafajoknak. Az élőlények a rendelkezésükre álló tápanyagokat a lehető leghatékonyabban igyekeznek felhasználni, melybe az ember számára káros, sőt mérgező anyagok hasznosítása is beletartozhat. Másodsorban a sokszor csupán percekben mérhető generációs idő (az az időtartam, amely alatt a mikróbeajt osztozik egyet) lehetőséget teremt az irányított mutagenézisre, azaz emberi léptékkel nézve rövid időtartam alatt genetikai értelemben új törzseket hozhatunk létre, melyek fenotípusukat tekintve jócskán eltérhetnek a kiindulási törzstől, és a mi szempontunkból nézve kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkezhetnek.

A halogénezett szerves vegyületek, ezen belül is a halogénezett szénhidrogének az egyik legelterjedtebb szennyező anyagoknak számítanak. Megtalálhatóak kozmetikumokban (dezodor, hajlakk), gyógyászati készítményekben, tisztítószerekben, alkalmazák a festék-, elektronikai és a vegyiparban is. A halogénezett szénhidrogének lebomlását nehezíti, hogy a szén-halogén (legtöbbször szén-klór, C-Cl) kötés igen erős, nehéz felszakítani. E vegyületek vízben kevésbé oldódnak, így a biológiai hozzáférhetőség csökken, egyúttal növekszik a táplálékláncban történő felhalmozódásuk lehetősége, valamint talajszemcsékhez történő kötődése. Az emberi szervezetben a halogén szubsztituens jelenléte növeli az adott molekula toxicitását és mutagén hatását.

Mindezeket figyelembe véve a mikrobiális úton történő lebontás tűnik a legjobb megoldásnak. A kritikus lépés a szén-klór kötés felhasítása, amire az ún. dehalogénező mikrobák képesek. Számos talajlakó baktérium és gomba sorolható ide, melyek aerob (levegőt igényelve) illet-



*Pseudomonas putida* baktérium mikroszkópi képe

ve anaerob módon (oxigéntől elzárva) végzik a halogénezett szénhidrogén lebontását a talajban.

Az aerob lebontás egyik kulcsmikróbája a *Pseudomonas putida* (képünkön) talajlakó baktérium. Noha a legtöbb *Pseudomonas* faj patogén, a *P. putida* kivételt képez, ezért különleges engedélyek nem kellenek a vizsgálatához. A *P. putida* alkalmazására irányuló bioremediációs kutatások a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán, a Kémiai illetve a Biológiai és Ökológiai Intézet összefogásában is folynak. A projekt címe: Kémiai és biotechnológiai alapú kutatások vízzáró rétegek és talajvizek halogénezett szénhidrogén szennyezőinek eltávolítására (TÁMOP 4.2.2-08/1-2008-0012 – CHEMIKUT).

A debreceni bioremediációs kutatások célja kettős: egyfelől olyan mutáns *P. putida* baktériumtörzsek létrehozása géntechnológiai eljárások segítségével, melyek fokozott mértékben alkalmasak a klórozott szénhidrogének hasznosítására, és ezen keresztül történő közömbösítésére, másfelől olyan fermentációs rendszerek kialakítása, melyek révén a rekombináns *P. putida* törzsek klórozott szénhidrogén felhasználása technológiai értelemben optimalizálható. A mikrobiológiai és biotechnológiai kutatások a Debreceni Egyetem Bioinkubátorközpont-TEK laboratóriumában, dr. Karaffa Levente egyetemi docens vezetésével folynak.

Dr. Fekete Erzsébet  
egyetemi docens  
TTK Genetikai és Alkalmazott  
Mikrobiológiai Tanszék  
Biomérnöki Kutatócsoport