

Talaj: a Föld élő bőre

A Föld élő bőre

A talaj csodálatos. Az emberi egészség és jólét legfőbb letéteményese. Stabilitást biztosít a gyökereknek, hosszú ideig megőrzi és felvehetővé teszi a vizet a növények számára, tápanyagot raktároz az élet fenntartásához, levegőt és hőt szolgáltat a talajlakó élőlényeknek. Nélküle a Föld felszíne olyan kietlen lenne, mint a Marsé. A talaj mikroorganizmusok milliárdjait tartalmazza, amelyek részt vesznek a biokémiai átalakítások folyamatában – a légköri nitrogén megkötésétől a szerves anyagok lebontásáig – továbbá a mikroszkopikus élőlények, ill. a jól ismert földigiliszták, hangyák és egyéb rovarok és emlősök élőhelyéül szolgál. A földi biodiverzitás nagy része a talajban lakozik, nem a felszínen: talaj nélkül a biodiverzitás megőrzése sem lenne lehetséges.

A talajra, a talajba és a talaj felhasználásával építkezünk. És ez még nem minden! A Föld talajai igen nagy változatosságot mutatnak. Az élet bősége és az emberi tevékenység lehetőségei tükrözik ezt a nagy változatosságot, amely alapján a talajt a Föld élő bőrének nevezhetjük.

A talajok sokfélesége

A különféle tájakon különféle talajok találhatók, de nem véletlenszerű eloszlásban, hanem az anyaközet, az éghajlat, a domborzat és az élő szervezetek által meghatározott módon. („A táj kora szerint”, amint a talajtan orosz úttörője, Vaszilij Dokucsajev (1846-1903) nevezte 125 évvel ezelőtt.)

Ma már az ember is a talaj életének részese: a talajt – a tájjal együtt – gyakran alakítja. A gazdálkodók mezőgazdasági talajokat hoznak létre, amelyek – amennyiben a munka eredményes – elősegítik a fenntartható mezőgazdasági rendszer kialakítását; néha ugyan elhibázzák a talajművelést, de a jó talajgazdálkodás minden művelete a fenntartható növénytermesztés érdekében történik. Hatásunk (azaz ún. ökológiai lábnyomunk) még erőteljesebb a városfejlesztésben, ami különféle és különleges követelményeket támaszt a talajjal szemben, megváltoztatja a beszivárgást és a felszín alatti vizek áramlását is. A talaj az egyetlen puffer, amely a klímaváltozás hatása ellen részben védelmet nyújthat.

A különféle talajok eltérően válaszolnak a beavatkozásokra (illetve a rossz kezelésekre). Ennek következtében bizonyos termelési és építkezési módok egyes helyeken beválnak, másutt nem. A táj talajterképezéssel jellemezhető. A talajtani tudományok más ágai a természeti előnyök maximálását vagy a problémák elhárítását tűzték ki célul: pl. a száraz talajok öntözését, a túl nedvesek lecsapolását, a tápanyagszegény talajok trágyázását, erős épületalapok megvalósítását gyenge teherbírású talajokon.

Az élet, a talaj, a légkör, a víz, és a felszíni formák mind együtt fejlődtek ki, egymás nélkül másnyen lennének. A talaj összekapcsolja a tájat, a légkört és annak éghajlatát, a felszíni-, a felszín alatti vizeket és az ökoszisztémát, reagál azok változásaira és befolyásolja is őket.

Lehet bármilyen durva és vékonyan elterülő: a talaj a Föld bolygó élő kültakarója és tőle függ az összes földi élet. Természetesnek tekintjük létezését, és úgy kezeljük, mintha kimeríthetetlenül rendelkezésre állna, és gyakran nem vagyunk tekintettel a talaj minőségére.

Nem is olyan régen a talaj, a víz, az olaj és az ásványkincsek egyszerűen csak természeti erőforrások voltak. A gazdaság és a társadalom is a talajra épült, és a földtudomány is gazdaságot támogató hasznos tevékenységnek tekinti magát. A talajtudományok támogatják a különféle emberi tevékenységeket, beleértve a mezőgazdasági termelést, az építőmérnöki munkát, a vízellátást, a víz- és a levegőminőséget, a közegészségügyet, a hulladék elhelyezését, hogy mindezzel biztosítsák eme véges és kényes rendszer fenntarthatóságát.

Talajtudomány és társadalom

Amikor a talajhasználat és -kezelés összhangban van a talaj adottságaival, a folyamatok az elvárt módon alakulnak. A növények és a kertek virágoznak, az állatállomány gyarapszik, a források és kutak vizet adnak, az utak és az épületek betöltik szerepüket, az építési beruházások biztonságosak és az emberek az efféle kérdésekre semmiféle figyelmet nem fordítanak. Rosszra fordulnak a dolgok azonban, ha a talaj nem tudja kielégíteni a növények víz- és tápanyagszükségletét. Ekkor a kutak elapadnak, az állatállomány legyengül, az összezsugorodó-kitáguló, vagy sókiválásos talajon, az utak, az épületek, a csövezetékek és a kábelek megrongálódnak, az ingatag alapokon nyugvó építmények összedőlnek. A nagyvárosi térségekben a talajfelszín lezárása (házakkal, beton- vagy aszfaltréteggel) több és sebesebb vízfolyást eredményez.

A talajhasználatban bekövetkező mélyreható változások révén elérkezik egy pont, amikor a talaj elveszíti termelő, hidrológiai és ökológiai funkcióit – épp azokat a funkciókat, amelyeket mindaddig természetesnek vettünk. Nagy sikereket értünk el (műtrágyázás, lecsapolás, öntözés által), de a talajfunkciók terén szakadék tátong a gyakorlat és az ideális állapot között.

A talajtan feladata annak elfogadtatása, hogy az alkalmatlan helyek elkerülendők vagy csak elővigyázatossággal használhatók, és hogy a megélhetés és a lényeges talajfunkciók fenntarthatók legyenek.

Modern technológiák révén a földi folyamatok és -rendszerek ma már tényleges működésük nagyságrendjében tanulmányozhatók. Megszűnnek a fizikai méretek és az öt érzékünk által állított korlátok, most már láthatunk és mérhetünk a molekuláristól a globálisig terjedő léptékben, a nanoszekundumtól az évezredig tartó időléptékben. A megfigyelési eredmények beépültek a Föld folyamatainak modellezésébe, ami a jelen trendjeinek, földkezelési változatainak következményeit jelzi előre. A próbálkozások helyett inkább előrejelző modelleket alkalmazunk, hogy segítsük a döntéshozást, hogy legyen lehetőségünk a talajminőség javítására és a Föld élő kultakarójának a jövő nemzedékei számára történő megóvására.

Az ásványok, a talajszerkezet a mikroszkopikus méretű élő szervezetek, valamint a fizikai, a kémiai és a biológiai folyamatok ismerete sok új beavatkozási módszert tesz lehetővé a tudományos kutatások és a döntéshozás rendszerében. történt változások nélkül is.

A régi vágású tudósok, akik még mikroszkópot és lombikot használtak, a mai korszak modern kutatóivá váltak, akik elektronmikroszkóppal és plazmaspektrométerrel dolgoznak. Az új információk segítségével hozott döntések azonban továbbra is a különféle képzettségű és lelkiismeretű szervezetek, no és persze az országok keretein belül maradnak.

A Föld rendszereiről szerzett új ismereteink (amely rendszerek nagyobbak, erőteljesebbek és jóval hosszabb múltra tekintenek vissza, mint a modern civilizáció néhány évezrede), mélyebb megismerést is lehetővé tesznek.

A víz forrása

Az édesvíz egyetlen alapvető forrása az eső. Ez a felszín borításától és a talaj állapotától függően vagy elpárolog a felszínen, vagy beszivárog a talajba – vagy épp veszteséget képezve elfolyik a felszínen – sebes folyású árvizeket, a termékeny talajon vagy a folyóparton eróziót okozva – és kárt okoz a vízi ökoszisztémában, akadályozva a vízhasználatot és gátolja a vízi közlekedést. A talaj – vastagságának, átteresztő- és vízvisszatartó-képességének függvényében – vagy felfogja a beszivárgott vizet és a növények számára felvehetővé teszi, vagy feltölti a talajvízkészletet ill. a felszíni vizeket.

A víz építő vagy romboló hatása nagyban függ a felszínre és ebből a talajba jutó mennyiségek arányától, amit a talajtípus, a -használat és a növényzet befolyásol. A talajban tárolt vízkészlet elherdálhatjuk vagy háromszorosára növelhetjük, a talajhasználat módjától függően. Habár a vízgyűjtők területén a vízkezelést jórészt a helyi gazdálkodók végzik, munkájuk gyümölcsét mégis túlnyomórészt a városi lakosság élvezi. A vízkészletek fenntarthatóságához és a kapcsolódó veszélyek enyhítéséhez az alábbiakra van szükség:

- a vízszállító rendszerek jobb megértésére (éghajlat, talaj, növényborítás, felszíni és talajvizek, valamint a földhasználat)
- a teljes vízgyűjtőterületre (nem csak kiválasztott részekre, vagy gazdaságokra vonatkozó) kiterjedő kezelésre,
- az alacsonyabban fekvő haszonélvezőknek elegendő juttatást kell adniuk a magasabban fekvő gazdálkodók számára, hogy a földdel és a vízzel is átfogóbban gazdálkodjanak, mint azt jelenleg teszik.

A talaj szerves részét képezi a következő globális rendszereknek:

- **éghajlat klíma:** a vízkörforgás, a széntárolás és az üvegházhatású gázok révén (víz, vízpára, CO₂, NO_x és metán)
- **vízkörforgás:** a talaj a fő kapcsolódási pontot jelenti és a pufferrendszer szerepét tölti be a világ vízkörforgásában. Az édesvíz közel 60 %-a ún. „zöld” víz, ami a talajban rejlik és felvehető a növények számára. A talaj szabályozza a vízfolyásokat és a felszín alatti vízáramlást, amelyek a lápok, az öntözési- a lakossági-, ill. az ipari vízigényt látják el. Ezek gyakran több ezer kilométer távolságban vannak.
- **hulladék- és tápanyagforgalom:** a mállás révén keletkezett vagy a légtérből megkötődő tápanyagok újrahasznosíthatók, a mérgeanyagok közömbösíthetnek. A körforgalom megzavarása elsősorban a talaj és a vizek eutrofizációját és szennyeződését vonhatja maga után, másodsorban a tápanyagok kiürülését, ami az egész világ megélhetését veszélyezteti
- **erózió:** a talajtakaró elvesztése az élő bőr lenyúzásához, a pótolhatatlan funkciók elpusztulásához vezethet: a vizek eliszapolódásához, és üledékek keletkezéséhez ott, ahol nem akarjuk: a termékeny talajon, a folyókban, a víztározókban és a kikötőkben. Az erózió nem mindig káros; a deltákban, az alluviális- és a löszsíkságokon képződött legtermelékenyebb talajaink közül sok az erózió és a defláció terméke csakúgy, mint az óceánban lévő tápanyagok. A helytelen kezelés által siettetett szél- és vízerózió a talaj degradálódásához, valamint a levegő- és vízminőség leromlásához vezet.

A föld és víz szennyezése

A talajt gyakran használják a háztartási és az ipari szemét tárolására. Az intenzíven művelt területeken a szerves vagy a szervesetlen trágyából kimosódó tápanyagok, továbbá az állati hulladék és a növényfeldolgozás melléktermékei magas koncentrációjú nitrát és egyéb vegyianyag-előfordulást okozhatnak a talajvízben. Néhány talaj képes szűrni, megkötni és hasznosítani a nagy

mennyiségű hulladék jelentős részét, egyébként a mérgező anyagok a folyóvizekbe és a talajvízbe jutnak. A homokos talajok áteresztők, a vastag agyagok nem.

A városi és ipari fejlődés, ill. az intenzív mezőgazdasági termelés miatti talaj- és vízszennyezés világszerte a talajtan egyik fő kutatási témája. A legtöbb talaj esetén a szennyeződés csökkentését az eltávolítás és költséges helyi kezelések jelenhetik. A világ számos táján, így az EU-ban, Észak-Amerikában és Ausztráliában a megelőző és kezelő intézkedéseket napjainkban már törvényben rögzítették.

Problémás talajok

A talajok természetes állapotában is előfordul, hogy kiszáradáskor kemények, nedvesen ragadósak, rossz vízvezető-képességűek, kavicsosak vagy sziklásak, nagyon alacsony tápanyagtartalmúak, savanyúak, illetve mérgező alumíniumot, vagy sókat tartalmaznak. Mióta az ember letelepedett és mezőgazdasági termelést folytat, módosította ezeket a talajokat – de néhány talaj még mindig igen problémás.

A világon a legkellemetlenebbek a kénsavas talajok. Érintetlen állapotban nem jelentenek problémát, de öntözve kénsavat termelnek. (10 köbméter talaj 1.5 tonna kénsavat termel, és alumíniumból, nehézfémekből és arzénből álló „koktélt” bocsát ki a vízbe. A sav korrodálja az acélt és a betont. Szennyezi a patakokat, a torkolatokat, megöli a halakat és betegséget okoz. Az alumínium, a nehézfémek és az arzén élettani hatásai még pontosan nem ismertek, de annyi bizonyos, nem kedvezőek...

Ezek a talajok főleg parti mocsarakban találhatók, és mindig volt valamiféle kísértés a használatukra: Így például, hogy kihasználják ritka termékenységüket és újabban, hogy bevonják a város- vagy üdülőnegyed-fejlesztésbe. Az itt élő generációk egészsége romlik, tovább mérgezi őket az ivóvíz. A műszaki és a környezeti következmények katasztrofálisak.

Van azonban néhány kedvező eset, amikor a helyiek találtak valamiféle tapasztalati megoldást. A tudomány meglehetősen későn érkezett. J.M. van Bemmelen 1880 táján talált a szulfátok megkötésére és az öntözés alatti oxidációra megoldást, azt követően, hogy 1852-ben egy nagy földhasznosítási terv kudarcba fulladt. Több mint egy évszázadig tartott, hogy a tudományos ismeretek e téren is képesek legyenek gyakorlati problémák megoldására, és hogy ezeknek a talajoknak a kimutatása megoldható legyen.

A regionális és globális rendszerek gyors és pontos áttekintése

A regionális és globális rendszerekről szerzett új ismeretekhez a levegőben és az úrben keringő érzékelők segítségével juthatunk hozzá. Az adatok feldolgozása, amelynek hatalmas lökést adott a számítógépes technológia, feltárja a rendszerek méretét, összetételét és időskáláját, valamint kölcsönhatásaikat. Az alapos és megbízható információ létfontosságú a megfontolt törvényhozás számára. A tudósok az információkkal hozzájárulnak a döntéshozáshoz, és részt vesznek a rendszabályok megalkotásában.

A talajokról igen sok adat áll a rendelkezésünkre, de nagy részük elavult, pontatlan, nem értékelhető a megfelelő skálán, esetleg hozzáférhetetlen. Az új légi és űrérzékelők eddig példa nélkül álló részleteket, hitelességet, nagyon jó regionális és globális lefedettséget nyújtanak, és a mágnesség és elektromágnesség használatával a felszín alatti mélyebb térségekről is kaphatunk információt. A műholdas módszerek különösen jó monitoring lehetőséget biztosítanak viszonylag

alacsony költséggel. Mindemellett nagyon fontos a terepi munka (a távérzékelési adatok kalibrálásához) és a szakszerű értelmezés.

Az új adatokat az időjárási modellekhez, az erdészeti és a mezőgazdasági becslésekhez, a talaj degradációjának és fejlődésének értékeléséhez, a vízkészletek kezeléséhez, az erózió és a lerakódás becsléséhez használjuk. A pontos információ elősegíti a szikesedés megakadályozására, a talajvizek feltérképezésére, a víztározók és egyéb mérnöki létesítmények építésére irányuló törekvéseket, és megmutatja a talaj alkalmasságát a különböző használati célokra.

Talaj – rendszer a rendszerben

James Lovelock, angol tudós mutatott rá arra, hogy úgy tűnik, hogy a Föld bolygónak önszabályozó rendszere van, ezt Gaiának hívta. Ha ez a megállapítás valóban igaz, akkor ez nagyon fontos – a földtudományok és egyúttal a társadalmi döntéshozatal számára is.

- A globális rendszerek tudományok közti, intézmények közti és nemzetközi együttműködést igényelnek.
- A globális rendszerek túllépik a magántulajdon, a helyi és nemzeti illetékesség és igazságszolgáltatás határait.
- A globális rendszerek évtizedeken és évszázadokon át működnek. A nem várt változások lassan következnek be, viszont nehezen állíthatók meg vagy fordíthatók vissza.
- A globális rendszerek a gazdaság és a társadalom támaszául szolgálnak, viszont előnyeik magántulajdonként és szabadon hozzáférhető forrásokként is hasznosíthatók.

A Föld bolygó nemzetközi éve keretén belül rendezett tudományos és ismeretterjesztő programok a globális és regionális rendszerekre koncentrálnak, amelyek az emberi faj jövőjét, társadalmi berendezkedésünket ill. a bolygó fejlődését segítik elő

Négy kulcskérdés

1. Miként tudjuk kibővíteni ismereteinket úgy, hogy a társadalom és a környezet hasznára legyenek?

A talajtudomány nagyban hozzájárult a mezőgazdasági termelés exponenciális növekedéséhez, ennek eredményeként az emberek élelmezéséhez, lakhatásához és ruházódásához. A növénytermesztés támogatása továbbra is fontos hajtóerő, de napjainkban a talajtudomány precíziós mezőgazdaságot, szervesanyag gazdálkodást, (erdei és mezőgazdasági rendszerek által való) szénraktározást és -elvonást jelent, és a leromlott földek regenerálásával és a fenntarthatóság kérdésével történő feladatokat is magában foglalja.

Az 1970-es évek óta a talajtudomány az olyan környezetkutatási kérdéseknek is részévé vált, mint a talaj szennyezettsége, éghajlatváltozás, a hatékony víztani körfolyamatok megőrzése, a talaj szerepe a városi térségekben és a biodiverzitás fenntartása. A talajtudománynak nagy kihívásokkal kell szembenéznie, mivel a növekvő népesség és törekvéseik növelik a földekre és a vizekre kifejtett terhelést. A talaj tér- és időbeli tulajdonságainak és ökoszisztémán belüli szerepének ismerete egyaránt szükséges a Föld, mint globális rendszer megértéséhez. A természeti erőforrások bölcs hasznosítása exponenciálisan növekvő tudásbázist igényel, ami illeszkedik a gyorsan változó világ dinamikájához, ahol a fő kérdés a fókuszálás.

2. Hogyan teremthetünk kapcsolatot a talajtudományok terén felhalmozott ismeretanyag és a földtudományok különböző területei között?

A múltban a környezeti adatokat különféle tudományágak gyűjtötték össze, köztük a geológia, geomorfológia, talajtudomány, hidrológia és ökológia. Az interdiszciplináris egységek egyre növekvő mértékben használják fel a specialisták adatait, pl. a környezeti változások feltárására vagy a jövőbeli globális modelltanulmányok forgatókönyvének megalkotására. Hatalmas előnyökkel remélhetünk ezeknek az adatbázisoknak további integrálásával ill. ha megteremtjük a kapcsolatot a hagyományos tudományterületek között a „senki-földjének” számító határterületek elfoglalásával (pl. a geológia és talajtan). A talaj kapcsolatot jelent az atmoszféra és a többi földi szféra között, ezért szükség van a különböző szférák közötti kölcsönhatások megismerésére, és meg kell mutatni, hogy a talaj milyen fontos mindegyik számára. Alapos munkával betölthető ez az űr. A kérdés csak az, hogy miként lehet ezt a leghatékonyabban megtenni.

3. Hogyan valósítható meg a jobb kommunikáció a társadalommal?

Számos kutatás mottója: „Ha a kutatási eredményeket nem publikáljuk, a kutatás nem történt meg.” A referált tudományos folyóiratokban megjelenő kutatási eredmények ritkán jutnak el a társadalomig, és nem fejtenek ki közvetlen hatást a politikára és a gyakorlatra. A támogatók és az adományozók egyre inkább elvárják a fejlett kommunikációt. A pontos és tudományos alapú információk elengedhetetlenek a helyes döntések meghozatalához.

Ez hatékonyabb kapcsolatot jelent a törvényhozókkal, így azonban kétirányú folyamat kialakulására van szükség, és mindkét félnek sokat kell tanulnia. Keressünk rádió- és tévéprogramokat, játékokat, képeket, kiadványokat és internetes vállalkozásokat, hogy minél szélesebb körben érjük el az embereket. A jobb kommunikáció jobban vonzza a diákokat is, akiktől a jövő talajtudománya függ.

4. Hogyan maximálhatjuk a talajok természetes adottságainak kihasználását?

A földhasználók és a társadalom eltérő ismeretanyaggal rendelkezik a talajokról. A rendelkezésünkre álló ismeretanyag generációk megfigyeléseinek és tapasztalatainak eredménye, amely gyakorlati, teljesítményorientált és hely specifikus. Eddig a talaj jellemzőit csak részben használták fel a tudományos talajvizsgálatoknál, pedig ez hatalmas forrásanyag is lehetne.

Eredeti szöveg: David Dent, Alfred Hartemink, John Kimble

Magyar fordítás: a NYME EMK hallgatói

Lektorálás: Bidló András (NYME), Szarka László, Verő József