

A TALAJ MULTIFUNKCIONALITÁSA ÉS KORLÁTOZÓ TÉNYEZŐI

Várallyay György

az MTA rendes tagja

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet
g.varallyay@rissac.hu

A talaj az életminőség három alapvető tényezőjének (elegendő egészséges élelmiszer, tiszta víz, kellemes környezet) egyik meghatározó eleme. Ésszerű használata és védelme ezért a fenntarthatóság egyik összetársadalmi kulcskérdése (Lal, 2002; Németh et al., 2005; Németh – Várallyay, 2015; Várallyay, 2015).

*A talaj mint multifunkcionális
természeti erőforrás*

A talaj három specifikus, unikális tulajdonsággal rendelkezik:

- **Feltételelesen megújuló természeti erőforrás.** (Greenland – Szabolcs, 1993; Németh – Várallyay, 2015; Várallyay, 2015). Ésszerű és szakszerű használata esetén nem tűnik el, állagában nem szűnik meg. Természetes megújuló képessége (*resilience*) révén képes bizonyos stresszhatások okozta károsodást/„sérülést” követően megújulni, s az eredetihez közeli (sőt esetleg kedvezőbb) állapotába visszatérni. Ez a megújuló képesség az élet(minőség) fenntarthatóságának egyik kulcskérdése, aminek azonban szigorú és nélkülözhetetlen (bár néha nehezen biztosítható, s gyakran átgondolatlanul elmaradt vagy elhanyagolt) feltételei vannak. De lehetséges! Bizonyítja ezt, hogy a talaj már jóval az ember Föl-

dünkön történő megjelenése előtt is végzte funkcióit (az akkor létrejött biomassza képezi alapanyagát mai fosszilis energiahordozóink, szén- és kőolajkészleteink kialakulásának) anélkül, hogy eltűnt vagy állagában megszűnt volna. Hacsak nem akadályozta „megújulását” ennek feltételeinek hiánya, elmaradása vagy szünetelése, természeti okok vagy átgondolatlan emberi tevékenység következtében.

- **Termékenység.** (Láng et al., 1983; Stefánovits, 1992; Szabolcs – Várallyay, 1978; Várallyay, 2003). Képes a talajban, a talajon vagy a talajjal egyéb kapcsolatban lévő élő szervezetek (biota, természetes növényzet, termesztett kultúrák) alapvető életfeltételeit (levegő-, víz- és tápanyagellátását) *egyidejűleg*, többé vagy kevésbé biztosítani.
- **Multifunkcionalitás.** (Várallyay, 2002; Várallyay, 2015). A talaj mint feltételelesen megújuló természeti erőforrás:
 - (a) A növényi biomassza-termelés alapvető közege, a mezőgazdaság legfontosabb termelőeszköze, a bioszféra primer tápanyagforrása.
 - (b) Több természeti erőforrás (sugárzó napenergia, légkör, felszíni és felszín alatti vízkészletek, biológiai erőforrások) együttes hatását ötvözve és közvetítve

biztosít közvetlen vagy közvetett „életteret” az élő szervezetek túlnyomó hányadának. A természet hatalmas biológiai reaktora, amely a földi lét egyik nélkülözhetetlen feltétele, a bioszféra pótolhatatlan mozaikja.

- (c) Hő, víz és növényi tápanyagok, és – kényszerből – hulladékok és szennyező anyagok természetes raktározója. Ily módon képes a természet szélsőségeit – bizonyos mértékig – kiegyenlíteni, vagy legalábbis tompítani; az élővilág – bizonyos szintű – víz- és tápanyagellátását a raktározott készletekből rövidebb-hosszabb idejű víz- és tápanyag-utánpótlás nélküli időszakokra is biztosítani.
- (d) A bioszféra nagy kiegyensúlyozó képességgel (puffer kapacitással) rendelkező eleme, amely egy bizonyos határig képes mérsékelni a talajt érő különböző stresszhatásokat, illetve azok káros következményeit.
- (e) A természet hatalmas szűrő és detoxikáló rendszere, amely képes a talaj felszínére vagy a talajba jutó szennyező anyagoktól, s azok káros hatásaitól a talajt, a felszín közeli geológiai rétegeket és a felszíni és felszín közeli vízkészleteket „megvédeni”, s ez által azok sokoldalú hasznosíthatóságát lehetővé tenni.
- (f) A bioszféra hatalmas gén rezervoárja, számos (inkább *számtalan!*) faj természetes élőhelye, így feltétele és biztosítóka a természet biológiai diverzitásának.
- (g) Hordozza (fedi, őrzi, konzerválja) természeti örökségünk és történelmünk számos fennmaradt reliktumát, amelyek Földünk és társadalmunk múltjáról nyújthatnak értékes felvilágosítást.
- (h) A talajra (vagy a talajba) épít az ember a talajból származó építőanyagokból;

felszínén bányákat nyit; felszíne alól vizet, energiahordozókat és ásványkincseket termel ki; a felszínt szilárd burkolattal (*soil sealing*) vagy vízzel fedi, megakadályozva a természetes megújulást.

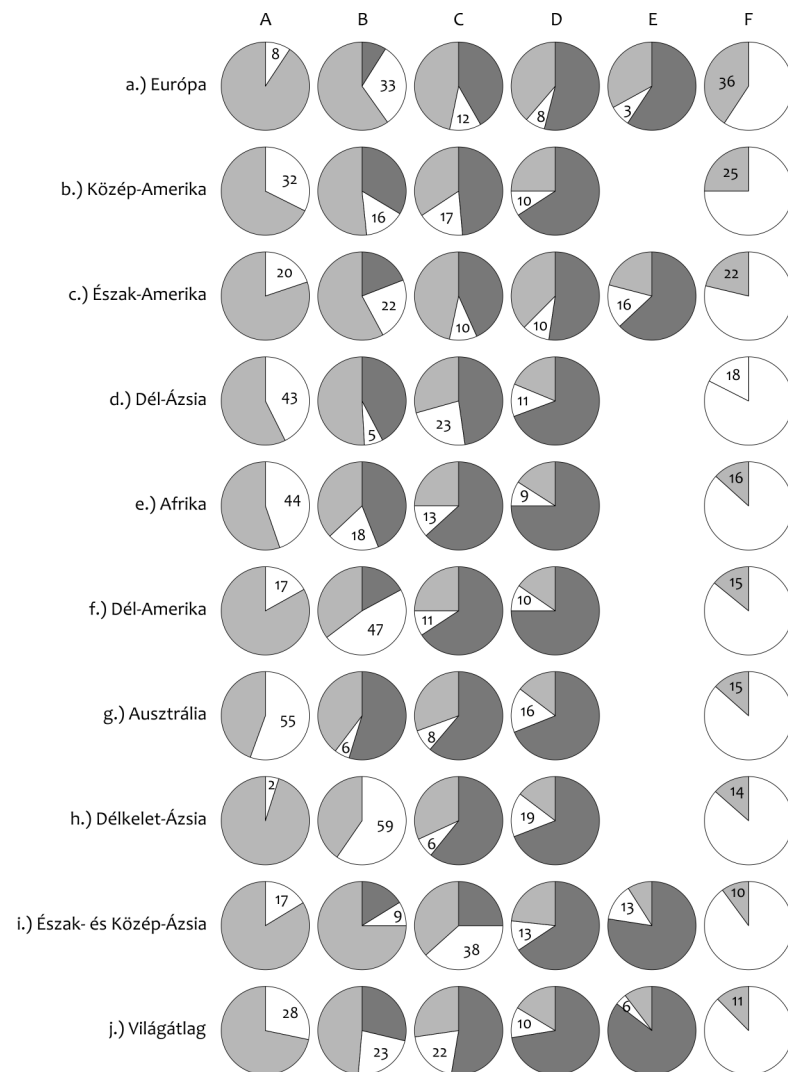
A felsorolt tulajdonságok és funkciók egyaránt fontosak, de azok mindegyikének zavartalan teljesítését nem lehet a talajtól elvárni. A különböző talajfunkciók fontossága, jelentősége, „súlya” térben és időben állandóan változott és változik ma is. Hosszú időn át csak a biomassza-termeléssel kapcsolatos funkciók voltak fontosak. Később felértékelődtek a környezettel, illetve a különböző emberi tevékenységekkel kapcsolatos funkciók. Egy-egy funkció (ki)használásának mértéke, módja ugyancsak roppant nagy változatosságot mutat az adott kor és hely társadalmi elvárásaitól, célkitűzéseitől függően. Gyakran egy másik – az adott helyzetben elhanyagolt vagy háttérbe szoruló (szorított) – funkció rovására, s ezzel kedvezőtlen, káros, néhány esetben súlyos (sőt katasztrofális) gazdasági, környezeti, sőt társadalmi következményeket okozva.

A talaj funkcióinak megvalósulását, azok zavartalanitását a talajtulajdonságok együttese határozza meg. Ez viszont a talaj anyag- és energiaforgalmi folyamatainak függvénye és eredménye. E folyamatok megismerése, hatásmechanizmusának tisztázása, meghatározó/befolyásoló tényezőinek és szabályozási lehetőségeinek feltárása tehát a korszerű talajtani tudomány alapvető célkitűzése, legfontosabb feladata (Németh et al., 2005; Németh – Várallyay, 2015; Várallyay, 2015).

A talaj multifunkcionalitásának, megújuló képességének (rezilienciájának), termékenységének eredményességét, hatékonyságát a „felszín közeli geológiai képződmények – talaj – víz – biota – növényzet – felszínközeli

atmoszférá” kontinuumban végbemenő abiotikus és biotikus transzport, transzlokációs és transzformációs folyamatok, illetve a talaj ezek hatására végbemenő víz-, anyag- és energiaforgalma határozzák meg (Várallyay, 1985).

A klasszikus magyar talajosztályozás ökoszisztémák múlt vagy jelenbeni hatása alatt végbemenő talajfolyamatokat tükröz. Nyelvünk gazdagsága roppant kifejező: erdőtalaj; mezőszéki talaj; réti talaj; láptalaj; öntéstalaj;



1. ábra • Az agroökológiai potenciált korlátozó főbb tényezők a Földön (az összes terület százalékában). A – szárazság; B – elem-stressz (hiány, vagy károsító többlet); C – sekély termőréteg; D – túl bő nedvességviszonyok; E – állandó fagy; F – nem károsított • fehér: az adott tényező által érintett terület; sötétszürke: az addig felsorolt tényezők által együttesen érintett terület; világosszürke: nem érintett terület.

szikes talaj! Ezért kell megőrizni, továbbfejleszteni, pontosítani, s talajhasználati rendszerünket erre építeni (Stefanovits 1992).

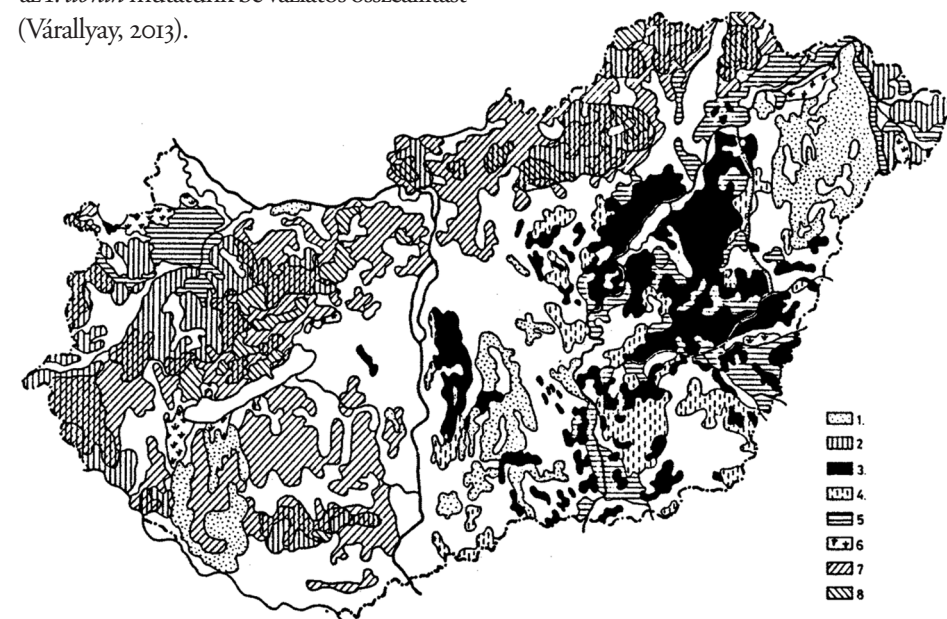
Valamennyi folyamat megindulásában, alakulásában jelentős szerepet játszik a víz. Közvetlenül mint oldószer, reagens és/vagy szállító közeg, közvetve pedig, mint a talajképződésben jelentős szerepet játszó ökoszisztémák (bióta, természetes növényzet, természet kultúrák) nélkülözhetetlen életfeltétele (Láng et al., 1983; Várallyay, 2003; Várallyay, 2006).

A talaj multifunkcionalitását akadályozó tényezők

A talaj multifunkcionalitását, agroökológiai potenciálját a Föld jelentős területein korlátozzák különböző gátló tényezők, amelyekről az 1. ábrán mutatunk be vázlatos összeállítást (Várallyay, 2013).

Bolygónk szárazföldjeinek csupán 11%-án nem jelentkezik ilyen gátló tényezők. A talaj „fedése” és a más irányú földhasználat (*soil sealing*) ugyancsak hatalmas (és a felgyorsuló társadalmi fejlődés miatt sajnos ma is növekvő) területeket foglal el. Így a hasznosított területek kiterjesztése csak egyre kedvezőtlenebb természeti adottságokkal rendelkező (egyre több korlátozó tényezővel egyre súlyosabban érintett) területek felé történhet, ami egyre nehezebb és költségesebb kényszer.

Hazánkban a viszonylag és általában kedvező természeti adottságok ellenére is nagy területeken fordulnak elő talajtermékenység gátló tényezők, mint ezt a 2. ábra szemléletesen tükrözi (Szabolcs – Várallyay, 1978; Várallyay, 2015).



2. ábra • A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon. 1 – Nagy homoktartalom (Magyarország területének 8%-a); 2 – Savanyú kémhatás (12,8%); 3 – Szikesedés (8,1%); 4 – Szikesedés mélyebb talajrétegekben (2,6%); 5 – Nagy agyagtartalom (6,8%); 6 – Láposodás, mocsarasodás (1,7%); 7 – Erózió (15,6%); 8 – Felszín közeli tömör kőzet (2,3%); Nem gátló (42,1%).

A természeti adottságokhoz vagy alkalmazkodni kell (megfelelő területhasználattal, művelési ág és vetésszerkezettel, agrotechnikával), vagy – amennyiben lehet, szükséges és racionális – meg kell változtatni azokat meliorációval, talajjavítással, vízrendezéssel. Az ezirányú döntést a természeti viszonyok és az adott gazdasági, társadalmi helyzet diktálja, s ezt a kedvezőtlen következmények elkerülése érdekében célszerű figyelembe venni.

Talajdegradációs folyamatok

A talajdegradáció komplex folyamat, amely a talaj anyagforgalmának számunkra kedvezőtlen irányban történő megváltozását jelenti (Lal, 2002; Várallyay, 2006). Sokoldalúan káros következményei közül legfontosabbak a következők: talaj- és termőfelület-vesztés vagy felszabdálás; zavarok a talaj normális funkcióiban; kedvezőtlen változások a talaj anyagforgalmi folyamataiban, fizikai, vízgazdálkodási, kémiai, biológiai és agronómiai tulajdonságaiban; talajtermékenység-csökkenés; kedvezőtlenebbé váló talajökológiai körülmények a természetes növényzet vagy a termesztett növények számára → csökkenő biomasszahozam, kisebb termés; nehezebb mezőgazdasági hasznosíthatóság, növekvő termelési költségek; káros környezeti mellékhatások; kockázatos szennyező anyagok felhalmozódása a talajban, a felszíni és felszín alatti vízkészletekben és a táplálékláncban; tájrombolás.

Talajdegradációs folyamatok természeti okok (éghajlati és vízháztartási szélsőségek, domborzat, természeti katasztrófák) vagy a legkülönbözőbb emberi tevékenységek (mezőgazdasági és ipari termelés, bányászat, irracionális földhasználat, átgondolatlan és nem megfelelő agrotechnika), sőt az általános társadalmi fejlődés (település és infrastruktúra-

raféjlesztés, urbanizáció, másirányú földhasználat) hatására egyaránt bekövetkezhetnek.

Előfordulásuk **világprobléma**, mint ezt a GLASOD (*Global Assessment of Soil Degradation*) Program részletes felmérései egyértelműen igazolták, rámutatva a különböző talajdegradációs folyamatok típusára, formáira; mértékére, súlyosságára; területi elterjedésére, kiterjedésére; sőt annak természeti és emberi tevékenységből adódó okaira is. A részletes felmérés tömörített összefoglalását tartalmazza az 1. táblázat (Oldeman et al., 1991).

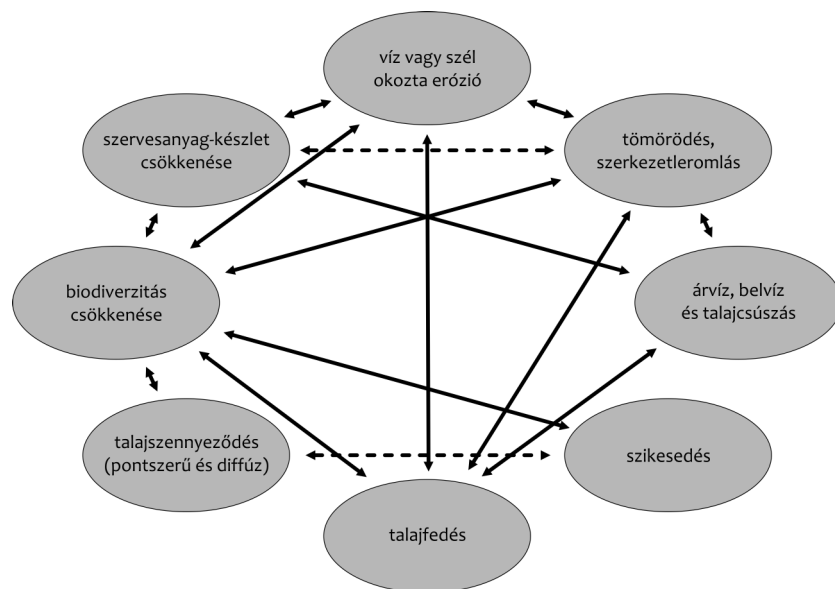
A számszerű adatok által bemutatott **talajdegradációs világkép** szomorú helyzetet mutat, s súlyos veszélyekre hívja fel a figyelmet. A felmérés szerint a talajdegradációs folyamatok tovább károsítanak, fenyegetik talajkészleteinket, hisz a kiváltó okok, negatív stresszhatások köre egyre szélesedik, fenyegetésük egyre súlyosabb. A kiváltó okok és folyamatok megelőzésére, megakadályozására, mérséklésére irányuló védelmi intézkedések nem képesek (legalább) egyensúlyt tartani a folyamatok terjedésével, erősödésével. Pedig erre a különböző szintű talajvédelmi stratégiák keretében hatalmas erőfeszítések történnek. Igaz, a stratégiák körültekintő és alapos megfogalmazását nem mindig követi azok gyakorlati megvalósítása. **Európa talajvédelmi stratégiájában** a talajt fenyegető nyolc veszély került megfogalmazásra: 3. ábra (Várallyay, 2005).

Sajnos ezek a **talajdegradációs folyamatok** – kivétel nélkül – előfordulnak Magyarországon is, és korlátozzák talajaink multifunkcionalitását, kedvező agroökológiai adottságainkat. Közülük a legfontosabbak a következők (Szabó et al., 1999; Várallyay, 2006):

- Víz vagy szél okozta erózió.
- Savanyodás.
- Sófelhalmozódás, szikesedés.

típus	fokozat				összesen	kontinens					
	eny-he	közepes	erős	igen erős		Afrika	Dél-Amerika	É.- és K.-Am.	Ázsia	Ausztrál-Ázsia	Európa
felhalmoztság	301,1	454,4	161,2	3,8	204,8	204,8	95,1	80,8	365,3	81,7	92,8
felszín-deformáció	42,0	72,2	56,0	2,8	173,0	22,6	28,0	25,2	743	1,1	21,8
vízterelő összesen	343,1	526,6	217,2	6,6	1093,5 (56%)	227,4 (46%)	123,1 (51%)	106,0 (67%)	439,6 (58%)	82,8 (81%)	114,6 (52%)
felhalmoztság	230,5	214,6	9,2	0,9	455,2	170,7	22,7	37,5	165,8	16,4	42,1
felszín-deformáció	38,1	29,3	14,5	–	81,9	14,3	18,4	1,7	47,5	–	–
ráfutás	–	9,7	0,5	1,0	11,2	1,5	0,8	–	8,9	–	–
szélerózió összesen	268,6	233,6	24,2	1,9	548,3 (28%)	186,5 (38%)	41,9 (17%)	39,2 (25%)	222,2 (30%)	16,4 (16%)	42,1 (19%)
tápanyagvesztés	52,7	63,4	19,9	–	136,0	45,4	68,2	4,2	14,6	0,4	3,2
szikesedés	34,6	20,8	20,4	0,8	76,6	14,8	2,1	2,3	52,7	0,9	3,8
talajszennyezés	4,1	16,2	0,6	–	20,9	0,2	–	0,4	1,8	–	18,5
savanyodás	1,7	2,9	2,9	–	5,8	1,4	–	0,1	4,1	–	0,2
kémiai degrad. össz.	93,1	103,3	42,1	0,8	239,3 (12%)	61,8 (12%)	70,3 (29%)	7,0 (4%)	73,2 (10%)	1,3 (1%)	25,7 (12%)
tömörödés	34,9	22,1	11,3	–	68,3	18,2	4,0	1,0	9,8	2,3	33,0
belvízvesztés	6,0	3,7	0,8	–	10,5	0,5	3,9	4,9	0,4	–	0,8
szervesanyag-vesztés	3,3	1,0	0,2	–	4,5	–	–	–	1,9	–	2,6
fizikai degradáció össz.	44,2	26,8	12,3	–	83,3	18,7	7,9 (3%)	5,9 (4%)	12,1 (2%)	2,3 (2%)	36,4 (17%)
mindösszesen	749,0	910,3	295,8	9,6	1964,4	484,4	243,2	158,1	747,1	102,8	218,8
	28%	46%	15%	1%	100%	25%	12%	8%	38%	5%	12%

1. táblázat • Talajdegradációs folyamatok a Földön



3. ábra • Talajdegradációs folyamatok Európában

- Fizikai degradáció: talajszerkezet leromlása, tömörödés, cserepesedés.
 - A talaj vízháztartásának szélsőségessé válása: egyidejűleg fokozódó belvízveszély és aszályérzékenység.
 - Biológiai degradáció: kedvezőtlen mikrobiológiai folyamatok, szervesanyagkészlet csökkenése.
 - Kedvezőtlen változások a talaj biogeokémiai körforgalmában, elsősorban növényi tápanyagforgalmában.
 - A talaj pufferképességének csökkenése, talajszennyeződés, környezeti toxicitás.
- A talajdegradációs folyamatok bekövetkezése két tényező függvénye:
- a kiváltó ok karaktere (jellege, erőssége, tartama, valószínűsége, hatásmechanizmusa);
 - a talaj környezeti érzékenysége (mégpedig nem általában, hanem különböző stresszhatásokkal szemben specifikusan).

A felsorolt degradációs folyamatok karakteréről, jellemzőiről, különböző fokozatának földrajzi elterjedéséről, azok okairól, kiváltó vagy befolyásoló tényezőiről, valamint megelőzésének, kiküszöbölésének, mérséklésének lehetőségeiről Magyarország 2005-ben megfogalmazott és publikált *Országos Talajvédelmi Stratégia* tartalmaz részletes adatokat, információkat (Németh et al., 2005).

Bármennyire is súlyos veszély a talajdegradációs folyamatok bekövetkezése, terjedése, súlyosbodása, a talajdegradáció – az esetek túlnyomó részében – nem óhatatlan és kivédhetetlen következménye a társadalmi fejlődésnek és a mezőgazdasági termelésnek. A degradációs folyamatok, valamint azok káros környezeti/társadalmi/gazdasági/társadalmi következményei többnyire megelőzhetőek, megszüntethetőek, vagy legalább bizonyos tűréshatárig mérsékelhetőek.

Mégpedig ebben a prioritási sorrendben! S itt kell a megbízható Prognózisokra (előrejelzés) alapozott Prevenció (megelőzés) Prioritásának Presztízsét (4P) kihangsúlyozni (Németh et al., 2005; Várallyay, 2000).

Lehet, hogy a megelőzés nem látványos tevékenység, nem eredményez közvetlen gazdasági hasznot, de vitathatatlanul eredményesebb, hatékonyabb, olcsóbb, kisebb kockázattal járó és biztonságosabb beavatkozás, mint a már bekövetkezett károk felszámolása (amelyre – ettől függetlenül – természetesen szintén szükség van).

A közvélemény, sőt gyakran a rövid távon gondolkodó döntéshozók is a kárfelszámolást favorizálják, hisz hatását látványosabban lehet bemutatni, mint a megelőzés hosszú távú befektetésének hasznosulását. Fájdalmas katasztrófák, haváriák szükségesek egy-egy probléma aggódó felismerésére és elismerésére. Ezek élveznek prioritásokat. Az akut problémák megoldására fogantatott látványos intézkedések mellett gyakran feledésbe, de legalábbis „takarásba” kerülnek a nem annyira látványos (de többnyire sokkal nagyobb területeket, több embert érintő) preventív intézkedések.

Ilyen intézkedések prioritásának indokoltságát csak megfelelő szakmai érvekkel lehet elfogadtatni. Ehhez pedig nélkülözhetetlenül szükségesek az alábbi lépések:

- a jelenlegi állapot és a veszélyeztetettség (környezeti érzékenység, toleranciaküszöb) jellemzése: adatbázis, monitoring;
- a jelenlegi helyzetet kialakító folyamatok felmérése; létrehozó tényezőinek, okainak és hatásmechanizmusának tisztázása (oknyomozó elemzés);
- a beavatkozási lehetőségek feltárása és várható hatásainak előrejelzése (impaktanalízis);

- a fenti „próbákat kiálló” alternatív megoldások módszereinek kidolgozása és gyakorlati megvalósítása.

Korlátozott vízkészletek, szélsőséges vízháztartási helyzetek

A víz mint oldószer, reagens és szállító közeg, jelentős, gyakran meghatározó szerepet játszik a „geológiai képződmények – talaj–víz–biota–növény–felszínközeli légkör” kontinuum anyag- és energiaforgalmi folyamataiban; a talaj kialakulásában, változásaiban, degradációjában; termékenységében; környezeti érzékenységében (Várallyay, 2003).

A Föld vízkészletének csupán 2,6%-a édesvíz, ami különböző formákban van jelen, mégpedig nagyon szélsőséges tér- és időbeni eloszlásban. A szaporodó emberiség egyre nagyobb és egyre sokoldalúbbá váló vízigényét e korlátozott édesvízkészletekből kell(ene) egyre teljesebb körűen kielégíteni. Természetes tehát, hogy ezekért egyre élesebb harc folyik, s egyre sokoldalúbb erőfeszítések történnek azok minél jobb hatásfokkal történő hasznosítására, amelyben viszont még nagy lehetőségek rejlenek. Egyik ilyen lehetőség a víz talajban történő hasznos tározásának eddiginél jobb és hatékonyabb kihasználása.

Magyarország mint a hidro(geológiai)lag gyakorlatilag zárt Kárpát-medence legmélyebb része *átlagosan és viszonylag gazdag vizekben*. Vízgazdálkodására mégis a szélsőséges vízháztartási helyzetek egyre nagyobb gyakorisága, tartama; súlyosodó gazdasági, ökológiai, környezeti, társadalmi következményei jellemzőek. A víz vagy túl sok (árvíz, belvíz, túlnedvesedés), vagy túl kevés (szárazodás, aszály), de csak ritkán optimális mennyiségű. Növekszik a belvízveszély és aszályérzékenység, gyakran ugyanazon a területen ugyanabban az esztendőben (Várallyay, 2006, 2013).

A **lehulló csapadék** a jövőben sem lesz több (sőt a prognosztizált globális felmelegedés következtében esetleg kevesebb) mint jelenleg, s nem fog csökkenni, sőt fokozódik annak tér- és időbeni variabilitása. Egyre növekvő gyakorisággal fordulnak elő heves, különböző halmazállapotú, nagyintenzitású záporok, zivatarok, felhőszakadások, roppant szeszélyes területi eloszlásban.

Márpedig távolról sem mindegy, hogy a lehulló „átlagos légköri” csapadék permetező eső, nagyintenzitású zápor, téli hó vagy éppen nyári jégeső formájában érkezik a talaj felszínére.

A Kárpát-medencében pedig, mint ezt az utóbbi évek szemléletesen, bár nagyon fájdalmasan igazolták az extrém csapadékos 2010., a kétarcú 2011., az aszályos 2012., valamint a belvizes, majd Duna-árvizes 2013. év példáján, éppen ennek a szeszélyes változottságnak van megkülönböztetett jelentősége, nem „igazodva” a naptár szerinti évszakokhoz, évszázados tapasztalatok alapján közmondásokban is megfogalmazott „népi időjóslási” dátumokhoz.

A 85–90%-ban szomszédos országokból érkező **felszíni vizeink** mennyiségének növekedésére sem lehet számítani, különösen nem a kritikus „kisvízi” időszakokban. Felhasználhatóságuk mértékét nemzetközi egyezmények szabályozzák, az országból kilépő vízfolyások garantálandó vízminőségével együtt.

Felszín alatti vízkészleteink ugyancsak nem termelhetők ki korlátlanul súlyos környezeti következmények nélkül, mint erre az utóbbi években a már-már katasztrofális következményekkel járó és „sivatagosodási tüneteket” okozó Duna–Tisza közti talajvízszint-süllyedés hívta fel a figyelmet. A mélyen elhelyezkedő talajvízből a gyökérzóna kapillaris vízutánpótlása nem biztosított. Nem is

beszélve arról, hogy a Magyar Alföld alatti talajvizek jelentős hányada gyenge minőségű: nagy sótartalmú és kedvezőtlen sóösszetételű, ami felhasználási lehetőségeiket gyakran korlátozza, sőt kizárja, felszínközeli emelkedésük pedig a másodlagos szikesedés veszélyével fenyeget.

Ilyen körülmények között megkülönböztetett jelentősége van annak, hogy – mint ezt a talaj vízgazdálkodási tulajdonságaira és nedvességforgalmára vonatkozó részletes és pontos adatbázisok és térképei számszerűen is igazolják – „**Az ország legnagyobb kapacitású, potenciális természetes víztározója a talaj.**” 0–100 cm-es rétegének pórusterébe az átlagos évi csapadék (550–600 mm) közel kétharmada (350–400 mm) egyszerre beleférne, s biztosíthatná a természetes növényzet és a termesztett kultúrák folyamatos vízigényének szinte zavartalan kielégítését. Ez azonban nincs mindig és mindenhol így, s talajaink vízháztartására, nedvesség- és anyagforgalmára a szeszélyes (emiat nemhezen kiszámítható és előre jelezhető) szélsőségeség a jellemző. Ennek okait és következményeit foglaltuk össze a 2. táblázatban (Várallyay, 2003, 2013).

Magyarország talajainak 43%-a kedvezőtlen, 26%-a közepes és (csak) 31%-a jó vízgazdálkodású. Ezt mutatjuk be a 4. ábra kördiagramján a közepes és kedvezőtlen vízgazdálkodás okainak feltüntetésével.

A részletes talajfizikai/vízgazdálkodási adatbázisban és térképeken mindezek a kategóriák természetesen pontos és számszerű jellemzőkkel és területi adatokkal együtt kerültek rögzítésre.

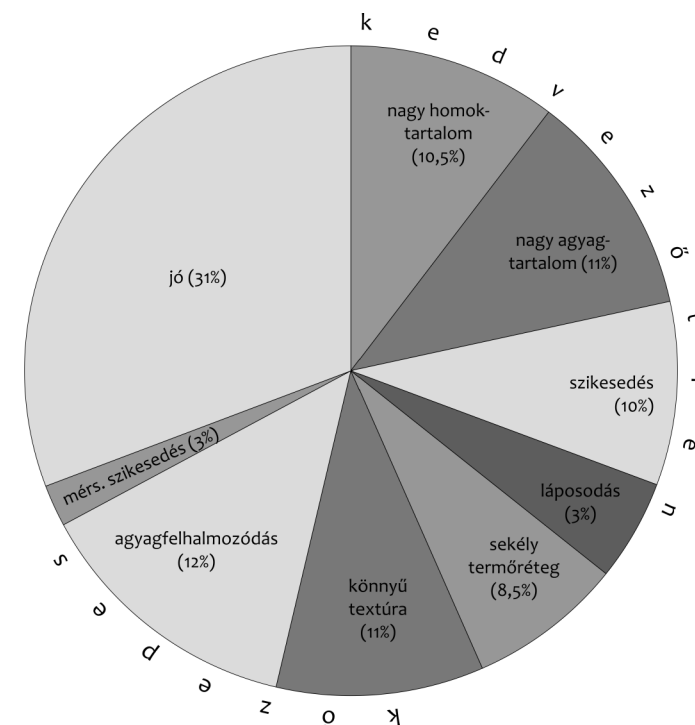
A nagy potenciális tározótér – szélsőséges vízháztartási helyzetek ellentmondás alapvető oka, hogy a talaj pórusainak hatalmas vízraktározó tere kihasználatlan. Kihasznlását az alábbi tényezők akadályozzák:

okok	következmények
légköri csapadék nagy és szeszélyes tér- és időbeni változása	vízvesztesség (párolgás, felszíni lefolyás, szivárgás)
eső/hó arány, a hóolvasadás körülményei	talajvesztesség (szerves anyagok, tápanyagok)
domborzat (makro, mezo, mikro)	biota- és biodiverzitás-vesztesség
talajviszonyok	növényvesztesség (pusztulás, károsodás)
vegetáció	termésvesztesség (mennyiség, minőség)
talajhasználat	energiavesztesség

2. táblázat • Szélsőséges vízháztartási helyzetek okai és következményei

- A talaj felszínére jutó víz talajba szivárgásának akadályozódása vagy lelassulása. Ezt okozhatja:
 - a talaj pórusterének kisebb-nagyobb mértékű, esetleg teljes telítettsége (csapadékvíz, olvadékvíz, felszíni odafolyás vagy túllöntözés): „tele palack effektus”;

- a felszíni réteg fagyott volta (például egy fagyott talajfelszínre hulló hó gyors tavaszi olvadásából származó víz talajba szivárgásának akadályozódása): „befagyott palack effektus”;
- a talaj felszínén, ill. felszínközeli rétegeiben kialakult tömődött, igen lassú



4. ábra • Kedvezőtlen, közepes és jó vízgazdálkodású talajok területi megoszlása

víznyelésű, közel víz-átnemeresztő réteg (tömör kőzet; talajfolyamatok eredményeképpen létrejött akkumulációs szintek; helytelen agrotechnika által „kialakított” erősen tömődött rétegek) megjelenése: „*ledugaszolt palack effektus*”.

- A talajba beszivárgott víz „átszaladása” a talajszelvényen, mélybe szivárgása a talaj gyenge víztartóképesége miatt: „*lyukas palack effektus*”.
- A talajba beszivárgott, s ott tározott víz erős kötődése a talaj szilárd fázisának elemeihez, hozzáférhetetlensége a növények számára: *holtvíz-tartalom*.

Fenti okok eredményeznek szélsőséges vízháztartási helyzeteket, jelentenek belvízvesztést, fizikai vagy fiziológiai aszályérzékenységet, okoznak zavarokat a talaj vízháztartásában, anyagforgalmában és biológiai tevékenységében, csökkentve a termékenységet. A talaj potenciális víztározó képességének minél jobb kihasználásával eredményesen javítható a nagy kincset jelentő légköri csapadék hasznosulása, eredményesen csökkenthetők a talaj felszínére jutó víz lefolyási, párolgási és szivárgási veszteségei, s megelőzhető vagy csökkenthető a szélsőséges vízháztartási helyzetek kialakulásának valószínűsége, mérsékelhetők ezek sokoldalú káros következményei.

Mindent el kell követni tehát, hogy:

- a felszínre jutó víz minél nagyobb hányada jusson (szivárogon) a talajba (*megfelelő* talajállapot biztosítása; felszíni lefolyás és párolgás csökkentése);
- a talajba jutó víz minél nagyobb hányada *tározzódjon* a talajban (víztartó/vízraktározó képesség növelése, „szivárgási veszteségek” csökkentése);
- a talajban tározott víz minél nagyobb hányada váljon a növények számára hasznosíthatóvá („holtvíztartalom” csökkentése).

Ezzel válhat a talaj vízháztartás-szabályozása a talajfolyamatok túlnyomó részét kedvezően befolyásoló, s így a talaj természetes megújuló képességét, multifunkcionalitását biztosító intézkedéssé (Várallyay, 2003, 2013).

Talajfolyamatok szabályozása

A talaj funkcióképességét, funkcióinak zavartalanságát a talajtulajdonságok összhatása határozza meg, ami viszont a talajban végbemenő anyag- és energiaforgalmi, talajképződési és talajpusztulási folyamatok eredménye. A talajjal kapcsolatos minden tevékenység, ezen folyamatok megváltoztatását jelenti, a tudatos (bizonyos termelési célok vagy a talaj állagának megőrzése, termékenységének fenntartása vagy fokozása, valamint táj- és környezetvédelem érdekében történő) beavatkozások éppúgy, mint a legkülönbözőbb egyéb emberi tevékenységek ismert vagy ismeretlen, kívánatos vagy kedvezőtlen, káros (mellék) hatásai (Várallyay 2000).

A talajfolyamatok szabályozása a korszerű talajtan és talajhasználat egyik legfontosabb feladata, amelyre egyre inkább szükség van, de egyre inkább lehetőség is van rá. Bár az erősödő kedvezőtlen hatások kivédése, megelőzése egyre nehezebb, mégis ki lehet és kell mondani azt az alaptételt, hogy talajkészleteink minősége, funkcióképessége, termékenysége megőrizhető, fenntartható! Ez azonban nem megy végbe automatikusan, hanem állandó és tudatos tevékenységet követel. A szabályozás célja lehet a jelenlegi állapot (talajfolyamatok → talajtulajdonságok) fenntartása, stabilizálása; a kedvezőtlen, nemkívánatos változások megelőzése, valamely előzetes állapot visszaállítása; vagy a jelenlegi állapot valamely cél szempontjából kedvezőbbé tétele, javítása. A szabályozás (szabályozottság) kívánatos mértéke az időnkénti állapotellen-

őrzéstől kezdve a teljes szabályozásig igen sokféle lehet, de nem nélkülözhető.

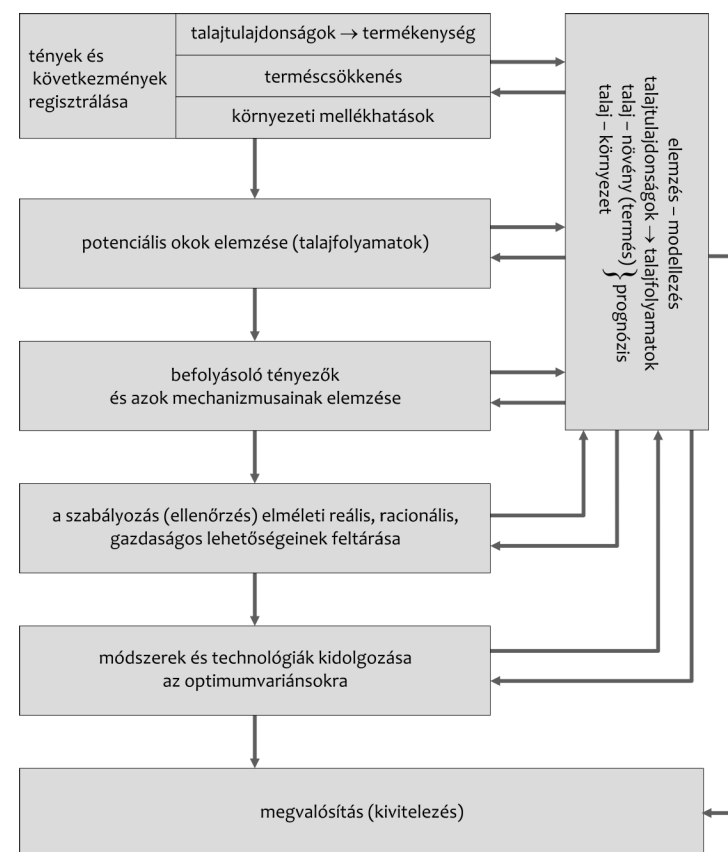
A talajfolyamatok szabályozásának logikusan és szükségszerűen egymásra épülő lépéseit foglalja össze az 5. ábra (Várallyay, 2000).

Az ábra alapján megállapítható, hogy a talajfolyamatok átgondolt, megalapozott, ésszerű, eredményes és hatékony szabályozásához megfelelő információk szükségesek (Szabó et al., 1999; Várallyay et al., 2002):

- egzakt, megbízható, megfelelő pontosságú, lehetőség szerint mért és mennyiségi adatok a különböző, jól definiált talajtulajdonságokról, azok térbeli megoszlásáról

és időbeni változásairól, mégpedig azok valószínűségi és gyakorisági értékeivel együtt;

- a talajban végbemenő anyag- és energiaforgalmi folyamatokról, az azokat meghatározó és/vagy befolyásoló tényezőkről és azok hatásmechanizmusáról;
- a talajfolyamatok szabályozásának, a talajtulajdonságok megváltoztatásának lehetőségeiről, feltételeiről, körülményeiről, esetleges korlátairól, valamint a célul kitűzött, illetve bekövetkező változások talajtani és környezeti hatásairól, következményeiről.



5. ábra • Talajfolyamatok szabályozásának lépései

Mindez csak körültekintő és alapos hatás-
elemzések és reális prognózisok rendszerére
alapozva lehet a kívánt mértékben céltudatos,
eredményes és hatékony.

Zárókövetkeztetések

A mai korszerű talajtan legfontosabb célkitű-
zése a talajfolyamatok szabályozása (Várallyay,
2000, 2015). Ez biztosítja a talaj – mint fontos
természeti erőforrás – megújulásának feltéte-

leit, multifunkcionalitásának zavartalanságát,
ami az élhető emberi lét fenntarthatóságának
egyik prioritást érdemlő kulcsfeladata.

Kulcsszavak: *talajképződés, talajfolyamatok,
talaj multifunkcionalitása, talaj vízgazdálkodá-
sa, talaj anyagforgalma, talajtermékenység, mul-
tifunkcionalitást gátló tényezők, talajdegradá-
ciós folyamatok, talajfolyamatok szabályozása,
fenntartható talajhasználat*

IRODALOM

- Greenland, D[ennis] J[ames] – Szabolcs I[stván] (eds.)
(1993): *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. CAB
International. Oxon, UK
- Lal, Rattan (ed.) (2002): *Encyclopedia of Soil Science*.
Marcel Dekker, New York
- Láng István – Csete L. – Harnos Zs. (1983): *A magyar
mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordu-
lón*. Mezőgazdasági, Budapest
- Németh Tamás – Stefanovits P. – Várallyay Gy. (2005):
*Talajvédelem. Országos Talajvédelmi Stratégia tuda-
mányos háttere*. Környezetvédelmi és Vízügyi Mi-
niszterium, Budapest • [http://www.ktm.hu/szakmai/
karmentes/kiadvanyok/talaj_tajekoztato/index.htm](http://www.ktm.hu/szakmai/karmentes/kiadvanyok/talaj_tajekoztato/index.htm)
- Németh Tamás – Várallyay György (2015): A termé-
szeti erőforrások fenntarthatósága. Mi van, ha nincs?
Gazdálkodás. 3, 201–219. • <http://tinyurl.com/z2z3lq>
- Oldeman, L. Roel – Hakkeling, R. T. A. – Sombroek,
W. G. (1991): *World Map of the Status of Human-
Induced Soil Degradation. (ISRIC Report 1990/07)*
Wageningen–UNEP, Nairobi • [http://www.isric.org/
isric/webdocs/docs/ISRIC_Report_1990_07.pdf](http://www.isric.org/isric/webdocs/docs/ISRIC_Report_1990_07.pdf)
- Stefanovits Pál (1992): *Talajtan*. Mezőgazdasági, Buda-
pest (Az 1999-es kiadás • [http://tinyurl.com/
zmxvypa](http://tinyurl.com/zmxvypa))
- Szabó J. – Várallyay Gy. – Pásztor L. – Suba Zs. (1999):
Talajdegradációs folyamatok térképezése országos és
regionális szinten térinformatikai és távérzékelési
módszerek integrálásával. *Agrokémia és Talajtan*. 48,
3–14.
- Szabolcs István – Várallyay György (1978): A talajok
termékenységét gátló tényezők Magyarországon.
Agrokémia és Talajtan. 27, 181–202.
- Várallyay György (1985): Magyarország talajainak víz-
háztartási és anyagforgalmi típusai. *Agrokémia és
Talajtan*. 34, 267–298.
- Várallyay György (2000): *Talajfolyamatok szabályozá-
sának tudományos megalapozása. (Szétfoglalók,
1995–1998. III.)* MTA, Budapest, 1–32.
- Várallyay György (2002): A talaj multifunkcionalitásának
szerepe a jövő fenntartható mezőgazdaságában. *Acta
Agronomica Hungarica*. (50 éves jubileumi külön-
szám). 13–25.
- Várallyay György (2003): *A mezőgazdasági vízgazdál-
kodás talajtani alapjai*. Egyetemi jegyzet. FVM
Vízgazd. Osztály, Budapest–Gödöllő • [http://tinyurl.
com/jbm2k3u](http://tinyurl.com/jbm2k3u)
- Várallyay György (2005): Talajvédelmi stratégia az EU-
ban és Magyarországon. *Agrokémia és Talajtan*. 54,
203–216. DOI: 10.1556/Agrokem.54.2005.1-2.15 •
<http://tinyurl.com/hjddm6h>
- Várallyay György (2006): Soil Degradation Processes
and Extreme Soil Moisture Regime as Environmental
Problems in the Carpathian Basin. *Agrokémia és
Talajtan*. 55, 9–18. • <http://tinyurl.com/hhrmoo8>
- Várallyay György (2013): A talajok vízgazdálkodása.
Magyar Tudomány. 174, 11, 1285–1292. • [http://www.
matud.iif.hu/2013/11/02.htm](http://www.matud.iif.hu/2013/11/02.htm)
- Várallyay György (2015): Soils as the Most Important
Natural Resources in Hungary (Potentialities and
Constraints). A Review. *Agrokémia és Talajtan*. 64,
2, 321–338. DOI: 10.1556/0088.2015.64.2.2 • <http://tinyurl.com/jcqlmgn>
- Várallyay György (2015): Soil as a Multifunctional
Natural Resource. *Columella*. 2, 1, 7–17. DOI:
10.18380/SZIE.COLUM.2015.1.9. • <http://tinyurl.com/j7u9lvm>
- Várallyay György – Szabóné Kele G. – Marth P. –
Karkalik A. – Thury I. (2002): *Magyarország talajai-
nak állapota (a talajvédelmi információs és monitoring
rendszer (TIM) adatai alapján)*. Földművelésügyi
Minisztérium Agrárkörnyezetvédelmi Főosztály, Bp.

A TALAJOK MINŐSÉGE

Tóth Gergely

az MTA doktora
EB Közös Kutatóintézet, Ispra, Olaszország
gergely.toth@jrc.ec.europa.eu

Tóth Brigitta

PhD, MTA Agrártudományi Kutatóközpont
Talajtani és Agrokémiai Intézet,
Pannon Egyetem Georgikon Kar
toth.brigitta@agrar.mta.hu

Hermann Tamás

MSc,
Pannon Egyetem Georgikon Kar
tamas.hermann@georgikon.hu

Németh Tamás

az MTA rendes tagja
Kaposvári Egyetem, MTA Agrártudományi
Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet
nemeth.tamas@agrar.mta.hu

Hazánk nemzeti vagyonának egyik legfon-
tosabb eleme a területét borító talajtakaró. Ez
a talajtakaró minőségét, hasznosítási lehető-
ségeit és ökológiai jelentőségét tekintve
igencsak változatos. Ennek a változatos talaj-
takarónak a minősége többféle szempontból
is vizsgálható a talajhasználati célok és a ta-
lajokkal szemben támasztott elvárások szerint.
Mivel talajaink egyszerre több olyan funkciót
is ellátnak, amelyek hasznosítása – akár köz-
vetlenül, akár az ökológiai rendszerek fenn-
tartásán keresztül – fontos lehet, a minőség
megítélésénél érdemes ezeket a funkciókat
számba venni. Jelen kiadványban Várallyay
György (2016) részletezi a különböző talaj-
funkciókat és jellemzőiket. Az Európai Bi-
zottság *Talajvédelmi stratégiája* (EB, 2006)
hét főbb talajfunkciót jelölt meg, amelyeken
keresztül a talajok a társadalom számára szol-
gáltatást nyújtanak: (1) biomassza-termelés;
(2) a víz, tápanyagok és egyéb anyagok táro-
lása, szűrése és transzformálása; (3) a biológiai
sokféleség fenntartásának közege; (4) az em-
beri tevékenység színhelye, meghatározója;
(5) nyersanyag-szolgáltató; (6) szénraktározó

és szénforrás; (7) geológiai és archeológiai
örökség hordozója.

A talajminőség megítélését az egyes talaj-
funkciók alapjait adó természeti viszonyrend-
szer értékelésén túl a talajokkal szemben tá-
masztott társadalmi és egyéni elvárások jelen-
tősen módosíthatják. (A *Magyar Értelmező
Kéziszótár* meghatározása szerint a *minőség*
általános értelemben is a szubjektív elvárások-
nak való megfelelés mértékére utal.) A talaj-
hasznosítási preferenciák kialakítása ugyan-
akkor csakis a talajok ismeretében és a talaj-
hasznosítás környezeti hatásának figyelembe
vételével történhet.

A talajminőségnek világszerte többféle
tudományos meghatározása létezik. Hagyo-
mányosan a talajokat az egyik – kitüntetett
– talajfunkcióra való alkalmasság, a termékeny-
ségük mértéke alapján ítélik meg (Máté,
1960). A hagyományos talajminőség értelme-
zés tehát a növénytermesztési használatra való
alkalmasság mértékét jelenti, amely egyéb
környezeti, majd közgazdasági mutatókkal
kiegészülve a földminőség, végül a földérték
meghatározásának alapjául is szolgál (Máté