

A termőtalajok degradációjának veszélye Lengyelországban

A talaj a bioszféra igen specifikus része: az élelmiszertermelés szabályozója; az esetleges szennyezőanyagok geokémiai gyűjtőhelye; fontos szerepet játszik az elemek körforgásában, amelynek során pufferkapacitása érvényesül. Jelenleg a talajdegradáció üteme és a megművelhető terület csökkenésének mértéke komoly környezeti veszélyt jelent.

Sok tényezőtől függ, hogy a mezőgazdasági termelés a különböző ökoszisztémákra nézve kedvező, vagy káros hatást fejt ki. Ezért rendkívül fontos, hogy megértsük, ismerjük a talaj komplex biogeokémiai egyensúlyát. A XX. század utóbbi évtizedei alatt az ipari szennyezések és a nagy mezőgazdasági rendszerek egyre nagyobb veszélyt jelentenek a talajokra nézve.

Annak ellenére, hogy ezek a tények ismeretesek Lengyelországban, változatlanul folyik talajkincsünk csökkenése. Ez a folyamat több okkal magyarázható:

- a) a termőtalajok nem mezőgazdasági felhasználása;
- b) erózió;
- c) a talajok vízgazdálkodásának leromlása;
- d) a talajok károsodása a nehéz gépek hatására;
- e) kémiai degradáció a savanyodás, a mezőgazdaságban felhasznált kémiai termékek, és a környezetszennyezés következtében.

A mezőgazdasági terület egyéb célokra való felhasználása

Lengyelország megművelhető területe kb. 1 340 000 ha-ral csökkent 1950—1980 között, városépítés, valamint ipar- és közlekedésfejlesztés miatt. A hulladéklerakó helyek is jelentős területet foglalnak el. Ezért a termőfölddel való gazdálkodás alapvető fontosságúvá vált a talajok védelme szempontjából.

Európában a mezőgazdasági területnek az egy főre eső mennyisége 0,14 ha (Hollandia) és 0,68 ha (Bulgária) között változik (1. táblázat). Ez az érték Lengyelországban 1980-ban 0,53 ha-t tett ki. Ha figyelembe vesszük a viszonylag kedvezőtlen mezőgazdasági adottságokat, valamint a népesség növekedésének gyors ütemét, elég szegényesek talajkészleteink. Ezért a talajok megőrzésére és javítására Lengyelországban megkülönböztetett figyelmet kell fordítani.

1981-ben Lengyelországban a degradált talajok összes mennyisége 108 263 ha-t tett ki, s a következőképpen oszlott meg: bányászati tevékenység miatt 65 224 ha, ipari tevékenység miatt 15 017 ha, tőzegkitermelés következtében 28 022 ha. Ebből rekultiváltak 36 685 ha-t, és mezőgazdaságilag hasznosítható volt 31 541 ha.

Talajerózió

A mezőgazdasági terület kb. 20%-án pusztít az erózió, főleg a szél- és vízerózió.

Különösen kedvezőtlen a vízerózió hatása, amely a felső talajrétegeket pusztítja. A termékeny talajok túlnyomó része Lengyelországban löszön alakult ki, de azok a rendzina és vályogtalajok, amelyek tömör kőzeten képződtek, ugyancsak rendkívül érzékenyek az eróziós folyamatokkal szemben.

1. táblázat

Néhány ország összes és mezőgazdasági területe és az 1 főre jutó szántóterület 1980-ban

Ország	Összes terület	Összes mezőgazdasági terület	Szántóterület, ha/fő	Ország	Összes terület	Összes mezőgazdasági terület	Szántóterület, ha/fő
	1000 ha				1000 ha		
Ausztria	8 385	3 700	0,51	Nagy-Britannia	24 400	18 400	0,33
Bulgária	11 078	6 062	0,68	NDK	10 818	6 282	0,37
Csehszlovákia	12 788	6 952	0,45	NSZK	24 811	12 300	0,21
Dánia	4 306	2 900	0,57	Olaszország	30 125	17 600	0,31
Franciaország	54 500	31 900	0,59	Románia	23 750	14 965	0,67
Hollandia	3 724	2 423	0,17	Svájc	45 000	3 700	0,44
Kanada	997 600	68 100	2,89	Szovjetunió	2 227 500	606 100	2,28
Lengyelország	31 268	19 102	0,53	USA	936 300	430 400	1,96
Magyarország	9 303	6 698	0,62				

Az erózióknak kitett területeken a mezőgazdasági termelés nagy figyelmet követel, és csak az illető talajok fizikai és kémiai tulajdonságainak beható ismeretében végezhető.

A talajok vízgazdálkodásának leromlása

A vízhiány — különösen a könnyű homoktalajokon — állandóan növekvő tendenciát mutat Lengyelországban. Ennek az oka több tényezőben rejlik, közülük jelentős pl. az erdőirtás, a nem megfelelő drenázs, a folyószabályozások hibái, valamint a mélységi vizek egyéb célra történő felhasználása. A bányászat szintén jelentősen befolyásolja a talajok vízgazdálkodását.

A lápok és mocsarak a felszíni és felszín alatti vizek természetes tárolói. Éppen ezért minden olyan nagyobb terv, amely ezeknek a javítását tűzte ki célul, figyelemre méltó.

A talajvizek szintjének süllyedése a hidromorf talajok megváltozásához vezet (pl. glejtalajok, planosolok, histosolok). Becslések szerint a drénezett szerves talajokon az oxidálódás következtében bekövetkezett szervesanyag-vesztesség az évi 10 t/ha-t is eléri. A drénezett hidromorf talajok víztartó képessége ugyancsak csökkent.

Az olyan talajoknál is észlelhető degradáció, ahol a talajvíz szintje megemelkedik. Ez leginkább ipari tevékenység következtében fordul elő, kb. 15—20 ezer ha-nyi területet érint.

A nehéz mezőgazdasági gépek hatása

A mezőgazdaság gépesítése hatást gyakorol a talajok fizikai tulajdonságaira, s ez a későbbiekben a kémiai és biológiai tulajdonságokat is megváltoztatja. Többféle növény, mint pl. a cukorrépa, fokozott művelést igényel, ami — különösen a nehéz talajokon — a talaj térfogatömegének megnövekedéséhez, a póruster csökkenéséhez vezet. Ezért fontos, hogy a növény és a talaj figyelembevételével válasszák meg a legmegfelelőbb súlyú és méretű gépeket.

A talajok kémiai degradációja

Savanyodás. A lengyelországi agrokémiai állomások számításai szerint az ország mezőgazdaságilag hasznosított talajainak jelenleg 58%-a nagyon savanyú ($\text{pH}_{\text{KCl}} < 5,5$), 25%-a közepesen savanyú ($\text{pH}: 5,6\text{—}6,5$) és csak 17%-a semleges ($\text{pH}: > 6,6$) kémhatású. A talajok jelentős mértékű savanyodása 1965 óta figyelhető meg. Ezt több tényező is előidézi: közülük a

leggyakoribb a savas eső és a növekvő műtrágyázás (2. táblázat). Jóllehet a meszesítés és dolomit alkalmazása jelentős, mégsem elegendő mind ez ideig a talajok savanyodásának ellensúlyozására.

A talajoknak a savanyodásra való hajlamossága nagyban függ az ásványtani és kémiai összetételüktől. Különösen a kationkicszerelő kapacitás és a mozgékony alumínium befolyásolja a talajoknak a kémhatás megváltozása következtében bekövetkező degradációját.

2. táblázat

Műtrágya-felhasználás (kg/ha) Lengyelországban (1960—1980)

Tápanyag	1960	1965	1970	1975	1980
N	12	20	40	60	71
P ₂ O ₅	9	16	30	47	47
K ₂ O	15	20	53	75	68
CaO	12	48	91	121	133

Néhány elsavanyodott könnyű talaj magnéziumhiányt is mutat. A számítások szerint a lengyelországi mezőgazdaságilag hasznosított talajoknak több mint 40%-a igen alacsony kicszerélhető magnéziumtartalommal rendelkezik, és ez korlátozza a növénytermesztést.

A magnéziumhiánya a könnyű talajokban 1970. után jelentkezett. Azt találták, hogy a növények magnéziumhiánya részben a nitrogén- és káliumműtrágyázás emelkedésének tudható be. Ez a probléma megoldódott a műtrágyák helyes kiválasztásával, valamint dolomit alkalmazásával.

A múltban a műtrágyázás igen gyakori hibái között volt a N, P és K egyoldalú, intenzív alkalmazása, az alapvető tápanyagoknak egy dózisban való kiadása, továbbá a savanyú kémhatású műtrágyák hosszú időn keresztül történő adagolása.

A fenti hibáknak jelentős mellékhatása volt a felszíni és talajvizek szennyeződése, valamint egyes tápanyagoknak túl megnövekedett, vagy túl lecsökkent felvehetősége is. Mindez komoly kémiai stresszt okoz a mezőgazdasági környezetben, és a növények mennyiségét és minőségét egyaránt negatív irányban befolyásolja.

Közismert, hogy a kén és különösen a kén-dioxid, amely a savas esőkkel a talajfelszínre kerül, az egyik legveszélyesebb talajszennyező. Ennek a szennyezésnek a káros hatása nagymértékben függ a talajok pufferkapacitásától. A savas eső ökológiai következményei leginkább a kis pufferkapacitású talajokon mutatkoznak meg (a levegőbe kerülő SO₂ ott SO₃-dá oxidálódik, ami az atmoszféra nedvességtartalmával kénsavat képez, ez pedig az esőben oldódik fel). A levegőbe jutó kén mennyisége Lengyelországban igen nagy regionális különbségeket mutat, és legmagasabb értékei megközelítik a 7 t SO₂/km²/év nagyságot az ország délnyugati, iparosodott körzeteiben. Tény, hogy bizonyos alkálikus égéstermékek szintén kerülnek a levegőbe, és ezek néhány vidéken némileg csökkentik a savas esők hatását. A savas esők egyaránt károsak a növényzetre és a talaj tulajdonságaira. Ami azonban a növekvő antropogén szulfurkibocsátás hosszútávú következményeit illeti, azok egyelőre beláthatatlanok.

A peszticidek hatása

Manapság a peszticidek a legfontosabb mezőgazdasági kemikáliákat jelentik, és mind növényvédelemre, mind gyomirtásra használatosak.

Az utóbbi évtized alatt (1970—1981) Lengyelországban a peszticidek felhasználása megkétszereződött, ez jelenleg kb. 0,7 kg/ha aktív anyag; a nyugat-európai országokban ezen

3. táblázat

Nyomelem-koncentráció (ppm, légszárzár anyagban) trágyákban és egyéb kemikáliákban

Elem	Foszfátműtrágyák	Szerves trágya	Szennyvíziszap	Ipari forrásból származó szennyező anyagok	Peszticidok
As	2 – 1 200*	3 – 25	1 – 60		20 – 60*
B	5 – 120*	1 – 60	4 – 50	40 – 100	
Cd	1 – 170*	1 – 40	4 – 120	1 – 94	
Cu	1 – 300	2 – 60	10 – 2 400	2 – 420	10 – 50*
Pb	7 – 225*	6 – 15	20 – 2 200	5 – 4 000	60*
Hg	0,01 – 1,2	0,09 – 0,2*	1 – 9	–	1 – 40*
Zn	50 – 1 450	15 – 350	175 – 12 500	15 – 22 600	1 – 25*

* A csillaggal jelölt adatok nemzetközi felmérésből származnak, a többi Lengyelországra vonatkozik.

érték 2–3 kg/ha, Japánban pedig eléri a 12 kg/ha-t. A viszonylag kis dózisok ellenére is a peszticidok alkalmazása veszélyes következményekkel járhat, és néhány helyen már tapasztalható a környezetre gyakorolt káros hatásuk. A legnagyobb ökológiai veszély a talajvizek szennyeződése peszticidekkel vagy bomlástermékekkel.

Ha a peszticidok nehézfémeket tartalmaznak (3. táblázat), túlzott vagy hosszú időn keresztül folyó használatuk révén ezeknek a fémeknek a mennyisége meghaladhatja a toxikus küszöböt a környezetben. A higanynak a magokban és néhány állati termékben való felhalmozódását a magkezelés következtében már megfigyeltük. A gyümölcsstermesztésben a gombásodás ellen alkalmazott rézvegyületek használata számos esetben vezetett a felszíni talajrétegek réztartalmának megnövekedéséhez (4. táblázat).

Szennyeződés nyomelemekkel

Mint ismeretes, a legtöbb nyomelem, különösen a nehézfémek, a felső talajsztintekben halmozódnak fel, akár helyi szennyezés következtében, akár légi úton, távolabbról kerültek a talaj felszínére. Lengyelországban a talajoknak ilyen szennyeződése különösen az ipari körzetekben fordul elő, valamint nagy települések környezetében, ahol gyárak, motoros

4. táblázat

Feltalajok nyomelem-szennyeződése Lengyelországban

Elem	Feltalajban mért maximum	Nem szennyezett feltalajban	Elem	Feltalajban mért maximum	Nem szennyezett feltalajban
	ppm			ppm	
Cd			Pb		
– ipari	290	0,5	– ipari	4 650	25
– kertművelés	5		– kertművelés	165	
Cu			Zn		
– ipari	1 200	20	– ipari	10 000	60
– mikroműtrágyázás	1 600		– kertművelés	100	
– kertművelés	240		F		
			– ipari	13 200	300

5. táblázat

Atmoszférából bekerült (+) és vízzel kimosott (–) nyomelemek mennyisége (g/ha/év) néhány ország szennyezetlen talajában

Ország	Talaj	Növényzet	Cd		Cu		Pb		Zn	
			+	–	+	–	+	–	+	–
Dánia	homokos vályog	gabona	3	0,3	–	–	260	0,3	250	120
Lengyelország	homokos vályog	gabona	5	3	39	25	207	40	547	180
NSZK	vályog	fenyőerdő	4,5	1,4	18	7	110	6	210	75
Svédország	erdőtálat	fenyőerdő	2	5	20	29	150	81	180	270
USA	homokos vályog	lombhullató erdő	21	7	–	–	286	6	538	140

járművek és kommunális hulladékok képezik a nyomelemek fő forrását. A mezőgazdaságban felhasznált kémiai anyagok és műtrágyák szintén jelentős nyomelem-felhalmozódáshoz vezethetnek a felső talajszintekben (4. táblázat). Bizonyos körzetekben néhány nyomelem mennyisége már többszörösen meghaladja a normális körülmények között a talajokban előforduló ún. háttér-értéket (5. táblázat).

A műtrágyákból, peszticidekből és hulladékokból történő nyomelem-felhalmozódás mellett figyelembe kell venni azt a nyomelemmennyiséget is, amely a légkörből kerül a talajba.

A különböző talajtulajdonságok, az adott növényfajták és fajok, valamint fejlődési körülményeik egyaránt befolyásolják, hogy a talaj nyomelemekészlete milyen hatást gyakorol a növényzetre.

Természetesen a szennyező, nyomelemtartalmú vegyületek kémiai és fizikai sajátosságai is fontos szerepet játszanak. Pl. ezeknek az elemeknek szilikátjai, oxidjai és foszfátjai rendszerint kismértékben mozgékonyak a talajokban, a kloridjaik, szulfátjaik és szerves kelátjaik viszont általában igen mozgékonyak, és ezért utóbbiakat a növények könnyen felvehetik.

A nehézfémekkel szennyezett talajok látszólag normális termést hoznak, azonban ez alkalmatlan lehet emberi vagy állati fogyasztásra. Ezért a kemikáliák — különösen a szennyvizek — biztonságos mezőgazdasági felhasználhatóságát azon az alapon kell elbírálni, hogy a velük a talajba jutó nyomelemek mennyisége a megengedhető határon belül marad-e. Sajnos sem Lengyelországban, sem más országokban a talajba juttatható nyomelemek mennyiségi normatívái még nincsenek egyértelműen meghatározva.

Általában elmondható, hogy a szennyezett talajon fejlődő növények nagyobb mennyiségű nyomelemet vesznek fel. Jóllehet a növények fiziológiai úton képesek szabályozni, hogy milyen elemet vesznek fel és milyent nem, a nyomelemek vonatkozásában mégis passzív receptoroknak tekinthetők. A talajtulajdonságok azonban, különösen a nyomelemekkel kapcsolatos pufferképesség, bizonyos mértékig szabályozzák a nyomelemek mozgékonyágát és felvehetőségét. A nem savanyú nehéz talajok pufferképessége, különösen, ha jelentős mennyiségű szerves anyagot és másfélszerves oxidokat is tartalmaznak, többszörösen is meghaladja a könnyű, savanyú homoktalajok pufferképességét. Ezek szerint egy semleges vályogtalaj nagyobb mennyiségű nyomelemet képes lekötni, kisebb veszéllyel a mezőgazdasági környezetre. Bizonyos feltételek között azonban (pl. amikor a redukációs folyamatok dominálnak), egyes, főleg anion formában jelentkező nyomelemek (pl. molibdén, szelén, kelátok) mozgékonyak lehetnek semleges vagy lúgos kémhatású talajokban is.

Azok a nyomelemek is, amelyek lényegesek a növények megfelelő fejlődéséhez, nagyobb koncentrációban toxikusan hatnak a növények anyagcseréjére. Számos országban megfigyelték, hogy a növényekben növekszik ezeknek az elemeknek a mennyisége.

A növények lekötethetik a nyomelemeket mind a talajból, mind pedig a levegőből. Ezért azok, amelyek ipari környezetben fejlődnek, ahol a légszennyezettség mértéke jelentősebb, általában nagyobb nyomelemtartalmat mutatnak (6. táblázat). Bebizonyosodott, hogy pozitív korreláció van a növényi szövetek és a talajok nyomelemtartalma között. Azonban a növények nyomelemekkel való kontaminációja a talajból általában kisebb, mint az atmoszférából.

6. táblázat

A növények nyomelem-szennyeződése Lengyelország ipari vidékein

Elem	Növény és része	Maximum ppm	Szennyezettségi index*	Elem	Növény és része	Maximum ppm	Szennyezettségi index*
Cd	saláta – levél	4	35	Pb	saláta – levél	69	20
	répa – gyökér	4	20		répa – gyökér	57	10
Cu	gyermekláncfű – levél	274	27	Zn	saláta – levél	393	10
	gyermekláncfű – gyökér	199	20		répa – gyökér	194	8
	búza – mag	0,17	9		zab – mag	458	15
Hg	búza – mag	0,17	9	F	lóhere – levél	173	17
Ni	lóhere – levél	15	13		gabona – mag	36	9

* Szennyezettségi index: a növény nyomelemtartalmának aránya a háttérszennyezettséghez

Következtetések

A mezőgazdasági termelés során cél, hogy biztosítsuk a nagy hozamú növénykultúrák optimális tápanyagellátását, és ugyanakkor megőrizzük, vagy növeljük a talaj termékenységet. A gyakorlatban azonban az agro-ökoszisztémák komplex egyensúlyának elégtelen ismerete, illetve figyelembe nem vétele a talaj bizonyos tulajdonságainak, és ezáltal termékenységének degradációjához vezethetnek. A helytelen technológia szintén vezethet a talajnak, mint természeti erőforrásnak a nem megfelelő hasznosítására, a talajok kimerülése, károsodása vagy szennyeződése következtében.

A világ jelenlegi népességének megfelelő élelmezése, és az állandóan növekvő igény több és olcsóbb táplálékra, komoly veszélyt jelenthet a talajra, de az egész természeti környezetre is. Ezért a mezőgazdasági gyakorlat, mind a gépesítés, mind a kemizáció területén, mindig az adott agro-ökoszisztémáknak megfelelő kell, hogy legyen. Ezen túlmenően az iparnak és a technológiának a talajokra gyakorolt hatását szigorúan ellenőrizni kell, és ha szükséges, célszerű korlátozó intézkedéseket kell hozni a környezeti és gazdasági követelményeknek megfelelően. A talajok termékenységét nem teheti tönkre a jelenlegi generáció.

A. KABATA-PENDIAS és H. PONDEL

Talajtani és Növénytermesztési
Intézet, Pulawy (Lengyelország)

Érkezett: 1983. november 1.