

Mikrovegetációs műtrágyázási kísérlet egy szürke erdőtalaj különböző mértékben erodált változatain

PUSZTAI ANTAL és KUDEJAROV, V. N.

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest és
SZUTA Agrokémiai és Talajtani Intézete, Puscsinó (SzU)

Az emberi környezetet szennyező jelenségek között gyakran megfigyelnek az erózióról és a környezetvédelemről szólva ritkán említik a talajvédelem állandó és soron levő teendőit. Pedig a föld felszínét egykor borító nagy-kiterjedésű erdők kiirtását (jelenleg az eredeti erdőfedettség kb. 60%-kal csökkent) és művelésbe vételét (Európában a viszonylagos szántottság átlag 31%) követően széles körben terjed a talajpusztulás minden formája és megnyilvánulása [4].

Magyarországon — mint intenzív szántóföldi növénytermesztést folytató országban — ez az arány megközelíti a 70%-ot és az erodált talajok területe 2,3 millió hektár, vagyis a művelés alatt álló terület 30%-a [9].

A talajpusztulás mértékét mutatja, hogy a történelmi idők folyamán a földön kb. 2 milliárd hektár művelésre alkalmas talaj veszett el, ami különösen akkor figyelemre méltó, ha tudjuk, hogy a földön jelenleg 1,3—1,4 milliárd hektárt művelnek [4].

A talajpusztulás különféle megnyilvánulásai következtében elveszett területek pótlására az emberiség újabb erdőket irtott ki és szűzföldeket tört fel. Évente mintegy 6—7 millió hektárra becsülhető az a terület, mely ilyen vagy olyan ok miatt további művelésre alkalmatlanná válik [4].

Az elmondottakból is nyilvánvaló, hogy az emberiséget élelemmel ellátó, mezőgazdasági művelés alatt álló területek csökkenését kiváltó okok között milyen nagy jelentőségű az erózió.

Az erózió megfordíthatatlan folyamat. Mértéke csökkenthető, megállítható, de az újonnan képződött talaj már nem felel meg az eredetinek, mivel a talajképződés feltételei egészen mások. A talajképződés különben is rendkívül lassú folyamat. BENNETT [2] adatai szerint egy nehéz vályogtalajú 10%-os lejtőn, 18 cm-es talajréteg lepusztulásához természetes erdőtakaró alatt 500 000 év, évelő füvek alatt 3225 év, vetésforgóban 70, kapáskultúrák esetén 32 és állandó ugarolás esetén 15 év kell, míg ugyanezen talajréteg újraképződése 2—7 ezer évet igényel. Éppen ezért van óriási jelentősége minden talajvédelmi tevékenységnek.

A talajvédelmi eljárások között nem kis jelentősége van a trágyázásnak, mely egyfelől közvetlenül növeli az erodált talajok termékenységét, másfelől a jobb tápanyagellátás következtében kialakuló nagyobb talajfedettség közvetlen talajvédő hatású. Az erodált talajok termékenységével és trágyázásával foglalkozó külföldi irodalmat a közelmúltban foglaltuk össze [7] ezért itt nem részletezzük.

Vizsgálati módszerek

Az erodált talajok ésszerű és sikeres trágyázása feltételezi a talajok agrokémiai sajátosságainak alapos ismeretét. E célból 1973 tavaszán a SZUTA Agrokémiai és Talajtani Intézete kísérleti terén (moszkvai terület) részletes talajfelvételezés után, különféle vizsgálatok és szabadföldi mikrovegetációs kísérletek beállítása céljából talajmintákat gyűjtöttünk a szántott rétegből. A mintavétel előtt 1 m-es szelvénygödröket ástunk a humuszréteg-vastagság és az eróziós változat meghatározása céljából. A kísérleti tér talaja tipusos közép-kötött szürke erdőtalaj. Az A szint vastagsága a nem erodált változat esetén 60 cm, a közepesen erodált esetében 45 cm. A kísérleti tér északi szélén elterülő lankáson a genetikai A szint felett 35 cm vastagságú fiatal szedimentációt találtunk, melynek szántástól nem érintett részében még jól meg lehetett különböztetni az üledékek rétegződését.

E három (nem-, közepesen-erodált és szedimentáció) talajváltozat 0–20 cm-es rétegből meghatároztuk a humuszt, *Tyurin* módszerével, az adszorbeált kationokat *Mechlich* módszerével; a felvehető P_2O_5 és K_2O mennyiségét *Csirikov*-, *Kirszanov*- és AL-módszer szerint, a humusz-stabilitást *Hargitai*-, a kicserélhető és kötött NH_4^+ -N, valamint a nitrát-N mennyiségét KUDEJAROV [5] módszerével. Az egyéb vizsgálatokat a szovjet [1], illetve a magyar [10] Talajvizsgálati Módszerkönyv alapján végeztük el.

A szabadföldi mikrovegetációs kísérlet — mint hazánkban kevésbé ismert eljárás — módszere a következő: megfelelő nagyságú műanyag zacskó fenekét felnyitják és ragasztószalag segítségével molino szövettel (etamin, géz) pótolják. Ebbe a kísérleti feltételeknek megfelelő mennyiségű (5 kg) légszáraz talajt mérnek, melybe előzetesen bekeverik a szükséges trágyamennyiségeket. A talajt kézzel tömörítik, majd előre kiásott, kb. 30–35 cm mély árkokba helyezik — a kísérlet természetének megfelelő ismétlésben és elrendezésben —, majd földdel körülszórják. Ezután a tenyészedény-kísérletekben szokásos módszerrel vetnek, majd öntöznek.

A vegetáció folyamán — a növények fejlődésétől és a talaj nedvesség-állapotától függően — egyformán öntöznek. A sorok (40–45 cm) és edények (8–10 cm) közt kimaradó talajfelszínt kézzel gyomtalanítják.

A betakarítás és értékelés edényenként külön-külön, a szokásos módon történik.

A műanyag zacskók földbe helyezésekor ügyelni kell, hogy a zacskóban levő talaj felszíne a külső talajszinttel egybe essen s felette a műanyag zacskóból még legalább 4–5 cm kiálljon a földből.

A fent leírt módon beállított mikrovegetációs kísérletünkben 1973-ban, tavaszi árpa jelzőnövényvel, ismétléssel, véletlen blokk elrendezésben a következő trágyázási kezelések hatását vizsgáltuk:

1. Műtrágyázatlan kontroll; 2. N_1K_1 ; 3. P_1K_1 ; 3. P_1K_1 ; 4. $N_1P_1K_1$; 5. $N_2P_1K_1$;
6. $N_1P_2K_1$; 7. $N_2P_1K_1 + Mo$; 8. $N_2P_1K_1 + Zn$; 9. $N_2P_1K_1 + B$;

A makroelemek alapdózisa N, P, K 150 mg hatóanyag/kg talaj volt, a mikroelemeké: molibdén 0,01 g/kg talaj, cink 0,03 g/kg talaj és a bór 0,15 g BO_3 /kg talaj.

1974-ben trágya bevitele nélkül utóhatás-vizsgálatokat végeztünk hajdínával. Meghatároztuk a termés száraz anyagát és abban a nitrogént kolorimetrikusan, a foszfort *Denige* szerint, a káliumot lángfotométerrel. A termésadatokat szóráselemzéssel értékeltük.

1. táblázat

Szürke erdőtalajok humusz- és tápanyagtartalma az erodáltság mértékétől függően

(1) Erodáltság mértéke	(2) Hu- muzs %	(3) Összes N %	(4) Csirikov szerint 0,5 n CH ₃ COOH		(5) ^s Kirszanov szerint 0,2 n HCl		(6) AL módszerrel	
			P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
			mg/100 g talaj					
a) Nem erodált	2,59	0,240	6,3	10,2	15,8	16,3	12,4	13,5
b) Közepesen erodált	1,61	0,112	8,0	11,1	8,8	13,2	5,4	12,8
c) Szedimentáció	2,22	0,127	5,8	10,5	10,0	12,6	10,2	20,0

A vizsgálatok eredményei és értékelése

Az erodált talajok szántott rétegében és szelvényében a humusz, nitrogén, foszfor, kálium stb. eloszlását meghatározó legfőbb tényezők annak a nem erodált talajnak genetikai és agrokémiai sajátosságai, amelyből az illető eróziós változat keletkezett. Természetesen nagy jelentősége van ezenkívül a talaj kultúrállapotának, a trágyázásnak, a művelési ágnak stb., de ez utóbbiak csak módosítják azokat az eredeti tulajdonságokat, melyekkel az illető talajtípus nem erodált változatának megfelelő rétege eredetileg rendelkezett. Ez a módosító hatás, a ható tényező erősségétől (mennyiségétől) és tartamától függően, eltérő mértékben módosítja az eredeti talajtulajdonságokat.

Az erózió minden erodált talajon a humuszréteg vastagságának csökkenését eredményezi. Mivel a talajok szelvényében a felszíntől lefelé a humusztartalom általában fokozatosan csökken, így az erősebben erodált változatokban mind csökkentebb humusztartalommal rendelkező rétegek kerülnek a felszínre.

Az 1. táblázatban a vizsgált talajok humusz- és tápanyagtartalmára vonatkozó adatokat közöljük. Ebből látható, hogy a közepesen erodált szürke erdőtalaj humusztartalma kb. 40%-kal kisebb. A szedimentáció humusz %-a ennél nagyobb. Ez azzal függ össze, hogy a vízerózió folyamán a talaj humuszanyagainak egy része oldatba megy s a vízzel együtt teljesen elhagyja az erózió körzetét. Más része lebegő részecskék formájában vándorol s alkalmas helyen — üledék, szedimentáció alakjában — lerakódik.

Mint látni fogjuk, ugyanez az elv érvényes az egészen finom és durvább talajrészecskékre is. Mint vizsgálatainkból kiderült, az erózió folyamán megváltozott a humusz minősége is (1. ábra). A szedimentáció, de főleg a közepesen erodált talaj humusz-stabilitási számai jóval alacsonyabbak, ami arra utal, hogy csökkent a nagymolekulájú, kationokkal telített, értékesebb humuszanyagok (huminsavak) aránya, s a diszpergáltabb, kis molekulású szerves anyagok (feltehetően fulvosavak) aránya nőtt.

Mint az 1. táblázat megfelelő adataiból látható, az erózió hatására lényegesen csökkent a talaj összes- és ásványi nitrogéntartalma. A közepesen erodált talaj összes nitrogénje több mint 50%-kal kevesebb. Nem ilyen nagymértékű a kötött NH₄⁺-N mennyiségének csökkenése (2. táblázat). A két és

2. táblázat

Szürke erdőtalajok ásványi nitrogéntartalmának megoszlása az erodáltság mértékétől függően

(1) Erodáltság mértéke	(2) Kicsérélhető NH_4^+-N	(3) Kötött NH_4^+-N	NO_3-N	(4) Összes ásványi N
	mg/100 g talaj			
a) Nem erodált	0,75	14,25	0,53	15,53
b) Közepesen erodált	1,20	13,80	—	15,00
c) Szedimentáció	1,00	14,30	—	15,50

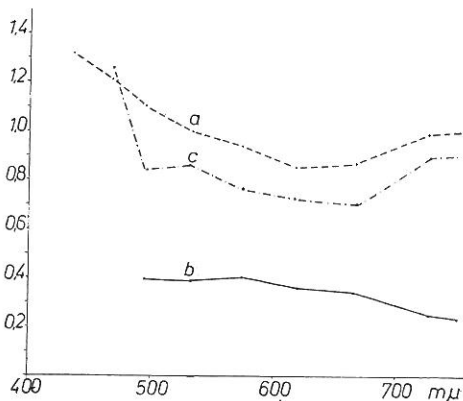
három rétegű kristályráccsal rendelkező agyagásványok kristályrácsai közé zárt ammónia — ami a talajok fő ásványi nitrogéntartalmát képezi, ezek szerint kevésbé van kitéve az erózió hatásának. Az erózió elsősorban az oldott vagy oldható állapotban, vagy a humuszanyagok és ásványi talajalkotórészek felszínén adszorbeált nitrogénvegyületeket érinti.

Vizsgálataink közben mód nyílt a felvehető foszfor- és káliummeghatározás különféle módszereinek rövid összehasonlítására is. A Szovjetunióban a csernozjom jellegű talajokra ajánlott *Csirikov*-féle, a podzol- és szürke erdőtalajokra ajánlott *Kirszanov*-féle eljárást hasonlítottuk össze a nálunk is használatos, eredetileg kalciumot tartalmazó és nem tartalmazó talajokra egyaránt ajánlott AL-módszerrel.

Mint az 1. táblázatból látható, a szabvány *Kirszanov*-féle módszer eredményeivel lényegében azonos tendenciát mutat az AL-módszer. Az erózió fokozódásával a felvehető P_2O_5 és K_2O mindkét módszer esetén csökkenő tendenciát mutat. Nem így a 0,5 n CH_3COOH -val dolgozó *Csirikov*-féle eljárás. Ott a közepesen erodált talaj P_2O_5 és K_2O -tartalma növekvő tendenciát mutat.

Nyilvánvaló, hogy az eltérő oldószerek — eltérő szerves-, ill. ásványi formában levő foszfor-, ill. káliumvegyületeket érintettek a talajban.

Mint ismeretes, a talajok foszforvegyületei szerves és szervetlen formában fordulnak elő a talajokban. A növények számára könnyebben felvehető szervetlen foszforvegyületek mennyisége szürke erdőtalajokban a felszíntől lefelé esetenként nő [3]; csökken [6], vagy változatlan marad, attól függően, milyen a talaj mechanikai, agyagásvány összetétele stb. Esetünkben döntően montmorillonit típusú agyagásványokat tartalmazó szürke erdőtalajról van szó, melynek nem erodált szelvényében a felvehető foszfortartalom az AL-módszer és *Csirikov*



1. ábra

Szürke erdőtalajok humuszminősége, humusz-stabilitási számok. Hullámhossz $m\mu$. a) Nem erodált. b) Közepesen erodált. c) Szedimentáció

3. táblázat

A vizgált szürke erdőtalajok kémiai tulajdonságai

(1) Erodáltság mértéke	pH		Y ₁	(2) Kicserélhető kationok		S	T	T—S	V %
	H ₂ O	KCl		Ca ²⁺	Mg ²⁺				
	mge/100 g talaj								
a) Nem erodált	6,0	5,6	10,8	14,0	1,4	16,3	28,0	11,6	58,2
b) Közepesen erodált	5,3	5,2	10,2	14,0	2,7	17,5	25,5	8,0	68,5
c) Szedimentáció	5,4	5,1	10,9	10,5	0,9	12,0	19,1	7,1	62,9

szerint csökken. Ezért érthető, hogy a közepesen erodált talaj K₂O-, s főleg P₂O₅-tartalma lényegesen (kb. 50%-kal) kisebb.

Mint a 3. táblázat adatai mutatják, a közepesen erodált szürke erdőtalaj aktuális és hidrolitos savanyúsága csökken. Az erodált talaj adszorpciós kapacitása (T-érték) is kisebb, viszont telítettsége (V%) nő. A kicserélhető kationok („S”-érték) vonatkozásában csak a szedimentáció adatai mutatnak lényeges eltérést. Különbséget mutat a telítettségi hiányra utaló T—S érték is, mely közepesen erodált szürke erdőtalajban kisebb, mint a nem erodált változatban.

4. táblázat

A szürke erdőtalajok mechanikai összetétele (pirofoszfátos előkészítés)

(1) Erodáltság mértéke	(2) Mechanikai frakció mm %-ban						(3) Fizikai	
	1— 0,25	0,25— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	0— 0,001	homok	agyag
	%							
a) Nem erodált	0,75	5,89	59,64	11,96	14,04	7,76	66,28	33,76
b) Közepesen erodált	6,25	11,07	47,76	6,16	10,24	18,52	65,08	34,92
c) Szedimentáció	13,15	11,61	48,24	8,00	10,80	8,20	73,00	27,00

A 4. táblázatban a mechanikai analízis eredményeit közöljük. Ezek azt mutatják, hogy a közepesen erodált talajban megnövekedett a durvább és a legfinomabb frakciók részaránya. A durvább részecskék arányának lényeges növekedését figyelhetjük meg az üledékben. A fizikai agyag mennyisége a szedimentációban (27,0%) jóval kisebb, mint a nem erodált (33,76%) szürke erdőtalajban.

A 4. táblázat adatai jól szemléltetik, hogy a vízerózió a talaj mechanikai alkotó elemeinek átrendezését eredményezi, amire már a humusztartalom változásának tárgyalásakor is utaltunk.

Az 5. táblázatban közölt termésadatok lényegében jól tükrözik a vegetáció folyamán tett megfigyeléseket. Az árpán jól látható volt a nitrogén és

5. táblázat

A trágyázás hatása a föld feletti termésre (g/edény)

(1) Kezelések	(2) Nem erodált		(3) Közepesen erodált		(4) Szedimentáció	
	(5) Árpa	(6) Hajdina	(5) Árpa	(6) Hajdina	(5) Árpa	(6) Hajdina
Kontroll	38,4	10,8	19,1	4,8	27,4	12,8
N ₁ K ₁	32,0	10,7	20,5	8,4	22,6	13,4
P ₁ K ₁	27,5	8,4	29,1	9,7	26,3	11,5
N ₁ P ₁ K ₁	47,6	11,6	52,2	11,5	46,9	11,9
N ₂ P ₁ K ₁	53,4	11,9	45,9	11,7	54,2	12,5
N ₁ P ₂ K ₁	55,1	11,3	41,6	8,5	59,3	14,6
N ₂ P ₁ K ₁ +Mo	54,6	10,1	45,6	11,7	44,5	12,3
N ₂ P ₁ K ₁ +Zn	42,1	11,5	39,2	10,3	46,3	11,6
N ₂ P ₁ K ₁ +B	45,1	9,1	29,3	10,0	38,1	9,7
SzD _{5%}	10,0	3,9	12,0	3,8	10,1	4,3

molibdén hatása. A mikroelemek közül kivált a cink. Mint ismeretes [8], a kalászosok általában nem igénylik a cinket, sőt terméscsökkenéssel reagálnak rá. Kísérletünkben ezt mi is megfigyeltük. Ezenkívül, a cinkkel kezelt edényekben az árpán a 3–4. levél megjelenésétől kezdve a vegetáció végéig rozsdabarna foltok jelentek meg nagy számban, melyek a lisztharmat (*Erysiphe graminis* DC) spóratelepei voltak.

A variancia-analízis szerint, a trágyázási kezelések hatása az árpán — mind a három talajféleségen külön-külön és együtt is $P = 0,1\%$ -os szinten szignifikáns különbségeket mutatott. A trágyázás hatása talajonként szignifikánsan különbözött.

A szórásелеmzés szerint az alkalmazott nitrogénadagok növekvő mennyisége 0,1–1,0% szinten eredményezett szignifikáns terméscsökkenést, bár a hatás quadratikusan jellegű, amennyiben az N₂ adag hatására a terméscsökkenés már jóval kisebb.

Mindhárom talajféleségen hatott a foszfortrágyázás is. Különösen érvényes ez az üledéktalajra.

A kontroll-variánsok alapján a szürke erdőtalajok effektív termékenysége viszonzyszámok alapján a következőképpen alakul:

Nem erodált talaj:	100,0%
Közepesen erodált:	49,7%
Szedimentáció:	71,4%

A műtrágyázás (N₁P₂K₁) hatására a terméscsökkenés nem erodált talajon 43,4%; közepesen erodált talajon 117,8%; üledéken 116,4%. Ez utóbbi adatok a közepesen erodált talajon, ill. a szedimentáción a műtrágyázás nagyobb hatékonyságát bizonyítják.

Az általunk vizsgált mindhárom mikroelem (Mo, Zn és B) a kísérletek első évében árpán negatív hatású volt. A molibdén — bár kétségtelenül javította a növények nitrogén-táplálkozásának körülményeit — késleltette az érést s végső soron nem szignifikáns terméscsökkenést eredményezett. Mind a cink-, mind a bórtrágya alkalmazása után szignifikánsan csökkent a termés.

6. táblázat

A kétévi terméssel kivont N-, P₂O₅- és K₂O mennyisége (mg/edény)

(1) Kezelések	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	(2) Nem	(3) Közepesen	(4) Szedi- mentá- ció	(2) Nem	(3) Közepesen	(4) Szedi- mentá- ció	(2) Nem	(3) Közepesen	(4) Szedi- men- táció
	erodált			erodált			erodált		
Kontroll	621	327	539	243	92	193	633	284	560
N ₁ K ₁	548	408	510	174	124	145	514	405	563
P ₁ K ₁	443	462	536	197	190	206	447	500	484
N ₁ P ₁ K ₁	741	894	777	250	329	276	760	755	657
N ₂ P ₁ K ₁	950	818	995	342	289	351	787	647	753
N ₁ P ₂ K ₁	821	721	958	335	270	401	791	586	893
N ₂ P ₁ K ₁ +Mo	949	852	853	313	250	267	761	720	626
N ₂ P ₁ K ₁ +Zn	679	769	800	244	227	297	654	623	656
N ₂ P ₁ K ₁ +B	740	597	839	240	166	240	696	541	589

Mindezek az adatok az adott talajok jó mikroelem-ellátottságára utalnak, ill. azt bizonyítják, hogy a gabonafélék, az árpa (a hivatkozott kísérletet búzával végezték) kedvezőtlenül reagál a cink bevitelére.

Az utóhatás-vizsgálatokban csak közepesen erodált talajon tapasztalunk szignifikáns terméshövelkedést a trágyázás (elsősorban nitrogén) hatására. Két év eredményei alapján arra a következtetésre jutunk, hogy erodált szürke erdőtalajokon mindhárom fő tápelem (N, P, K) bevitelére egyaránt szükség van, s hatásuk már az első évben realizálódik.

Mindkét évben megvizsgáltuk a szem és szalma N-, P₂O₅- és K₂O-tartalmát. Ezek eredményeire jellemző, hogy a trágyázatlan kezelésekben az erodált talajon következetesen nőtt a szem és szalma nitrogéntartalma (a termés egyidejű csökkenésével). A foszfor vonatkozásában a P₁K₁ kezelésekben ennek épp az ellenkezőjét figyeltük meg. Hasonló képet kaptunk a szalma K₂O-tartalmát illetően is. A termés, valamint beltartalmi adatok alapján kiszámítottuk a terméssel kivont tápanyagok mennyiségét. A talajba adott, valamint a kivont tápanyagok összevetését viszonyszámokban a 6. táblázat tartalmazza.

Ezen adatok szerint két év termésével elsősorban a talajok káliumtartalmát csökkentettük, ami elsősorban a hajdina közismert kálifób voltával függ össze. A közepesen erodált talajon általában kisebb a terméssel kivont tápanyagok mennyisége. Az üledékben azonos, vagy a nem erodált talaj tápanyag kivonásánál nagyobb értékeket találtunk. Az adatokból látható a P₂O₅ kismértékű kivonása, ill. a foszfor- és nitrogéntrágyázás K₂O-kivonást növelő hatása.

A kísérlet beállításakor, valamint a vegetáció előtt és után — többek között — részletesen vizsgáltuk a talajok ásványi nitrogéntartalmában bekövetkezett változásokat. Ezekből az adatokból a 7. és 8. táblázatban közlünk eredményeket.

A tenyészedényekből vett talajmintákon végzett vizsgálatok szerint különösen a kötött ammónia-N mennyiségére vonatkozó adatok szemléletesek.

A 7. táblázat adatai azt bizonyítják, hogy a különböző mértékben erodált talajok kötött ammónia-N-tartalma a kísérlet folyamán határozottan csökkent,

7. táblázat

A nem műtrágyázott szürke erdőtalajok NH_4^+ -N-tartalmának változásai

(1) N mg/100 g talaj	(2) Év- szak	(3) Nem erodált		(4) Közepesen erodált		(5) Szedimentáció	
		1973	1974	1973	1974	1973	1974
a) Kicsérölhető NH_4^+ -N	I	0,75	0,70	1,20	0,80	1,00	0,78
	II	0,52	0,20	0,85	0,20	0,49	0,20
b) Kötött NH_4^+ -N	I	14,25	11,30	13,80	12,20	14,30	10,78
	II	12,48	11,20	13,15	11,60	10,51	7,60
c) Összes ásványi-N	I	15,53	12,03	15,00	13,10	15,50	11,52
	II	13,50	11,52	14,00	11,96	11,01	7,86

I = tavasz; II = őszi

s a kiegyenlítődés irányába tendál. A legnagyobb mértékű csökkenést az eróziós üledéken figyeltünk meg.

Különösen értékesnek találjuk ezt a megállapítást azért, mert mint közismert, 1–2 évi termelés után a talaj humusztartalmában (szerves nitrogén!)

8. táblázat

A szürke erdőtalaj kötött NH_4^+ -N-tartalmának csökkenése hajdina alatt a trágyázási kezelésektől függően 1974-ben (mg/100 g)

(1) Erodáltság mértéke	(2) Trágyázási kezelésekre 1973 tavaszán								
	Kont- roll	N_1K_1	P_1K_1	$\text{N}_1\text{P}_1\text{K}_1$	$\text{N}_2\text{P}_1\text{K}_1$	$\text{N}_1\text{P}_2\text{K}_1$	$\text{N}_2\text{P}_1\text{K}_1$ + Mo	$\text{N}_2\text{P}_1\text{K}_1$ + Zn	$\text{N}_2\text{P}_1\text{K}_1$ + B
a) Nem erodált	1,28	1,49	2,92	2,10	2,20	2,56	6,11	4,00	1,50
b) Közepesen erodált	1,50	3,05	5,00	4,36	2,71	3,95	2,95	2,45	3,27
c) Szedimentáció	2,91	2,72	2,56	4,38	2,40	3,45	1,63	3,75	3,97

lényeges változást a rendelkezésünkre álló módszerek segítségével nem lehet kimutatni, míg az adott módszer alkalmazásával — úgy tűnik — kimutathatók a talajok ásványi nitrogénkészletében bekövetkező változások. Természetesen e feltételezésünket további vizsgálatoknak kell igazolnia.

A kötött ammónia-N-tartalom eltérően csökken, a trágyázási kezelésektől függően is. Mint a 8. táblázat mutatja, a közepesen erodált talajban a molibdén és cinkes kezelések kivételével, az ammónia-N-tartalom csökkenése mindig nagyobb (a műtrágyák utóhatásában), mint nem erodált talajon.

A Mo és Zn esetében ellentétes megállapítás tehető. E két kezelés kivételével a kötött ammónia-N-tartalom csökkenése az eróziós üledéken (szedimentáció) is nagyobb volt, mint nem erodált talajon.

Ezúton fejezem ki köszönetemet a MTA és a SZUTA Elnökségének és V. A. Kovda akadémikus, Intézeti igazgatónak a munka elvégzéséhez nyújtott segítségükért.

Összefoglalás

Kétéves szabadföldi mikrovegetációs kísérletben és laboratóriumban vizsgáltuk a szovjetunióbeli különféleképpen erodált szürke erdőtalajok tápanyag-ellátottságának állapotát, mechanikai és egyéb kémiai sajátosságait, valamint trágyareakciójukat.

A végzett vizsgálatok és kísérletek eredményei alapján megállapítható, hogy e talajtípus esetében a vízerózió hatására csökken a talaj humusz-, nitrogén-, felvehető P_2O_5 - és K_2O -tartalma, változik mechanikai összetétele, pH-ja, telítettsége stb.

E változások általában mindig a kisebb effektív termékenység irányába hatnak. Vizsgáltuk az eróziós termékként jelentkező üledék (szedimentáció) kémiai és egyéb sajátosságait is.

Műtrágyázási kísérletünkben azt tapasztaltuk, hogy e talajok mind a nitrogén-, mind a foszfor-, valamint káliumtrágyázásra igen kedvezően reagálnak, s erodált változatokon a relatív terméshozadék nagyobb, mint nem erodált talajon.

Az adott körülmények között alkalmazott mikroelemek csökkentették a termést, sőt a cink alkalmazása a tavaszi árpán elősegítette a lisztharmat megtelepedését.

Az NPK-trágyázás utóhatása nem jelentős.

Különböző felvehető P_2O_5 meghatározási módszereket hasonlítottunk össze. A kötött ammónia-N-t meghatározó módszer — előzetesen úgy tűnik — alkalmas a talajok ásványi-N-ellátottságában bekövetkező finomabb változások nyomon követésére.

Irodalom

- [1] Agrohímicseszkie metodü isszledovanija pocsv. Red. A. V. SZOKOLOV. Izd. 4. Nauka. Moszkva. 1965.
- [2] BENNETT, H.: Elements of soil conservation. McGraw-Hill. New York. 1955.
- [3] KOBZARENKO, V. I.: Dosztupnoszt' rasztenijam podvizsnüh foszfátov i obmennogo kaliya pazliesnüh geneticseszkih gorizontov temno-szerüh lesznüh szmitüh i neszmütük pocsv. Agrohímija (6) 40—46. 1968.
- [4] KOVDA, V. A.: Bioszféra, pocsvü i ih iszpol'zovanije. Materialü X. Mezsd. Kongressza pocsvovedov. Nauka. Moszkva. 1974.
- [5] KUDEJAROV, V. N. & POTKIN, A. I.: K metodike opredelenija fikszirovannogo ammonija v pocsv. Agrohímija. (11) 132—138. 1971.
- [6] LJAHOV, A. I.: Ob agrohímicseszkoj harakterisztike erodirovannüh pocsv v szvjazi... In: „Primenenie udobrenij na erodirovannüh pocsvah”. 162—198. Kolosz. Moszkva. 1974.
- [7] PUSZTAL, A.: Az erodált talajok termékenysége és trágyázása. Agrokémia és Talajtan. 23. 223—230. 1974.
- [8] SKOL'NIK, M. Ja.: Mikroelementü v zsziznyi rasztenij. Nauka. Leningrád. 1974.
- [9] STEFANOVITS, P.: Talajpusztulás Magyarországon. OMMI Genetikus talajterképek. Ser. 1. No. 7. Budapest. 1964.
- [10] Talaj- és Trágyavizsgáló Módszerek. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.

Érkezett: 1975. január 27.

Micro-Vegetation Fertilizing Experiments on Grey Forest Soils Eroded in Various Degrees

A. PUSZTAI and V. N. KUDEYAROV

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest and Institute for Agricultural Chemistry and Soil Science of the Soviet Academy of Sciences, Pushchino (USSR)

Summary

In these days the protection of the biosphere is of topical interest. Still, when processes causing severe environmental pollution are taken into consideration, erosion is often overlooked. This is a serious omission because erosion control forms an integral part of the conservation not only of soils but of surface waters as well.

The aim of our experiment, conducted in the USSR, was to investigate the influence of water erosion on the fertility of grey forest soils, and on the territorial migration of their nutrient reserves.

The obtained results indicated that the humus-, N-, available P_2O_5 and K_2O contents of the soils decreased and changes occurred also in the grain size distribution, pH values and saturation degree.

In the course of these field experiments the effect of different fertilizer rates was studied, too. Under the given conditions, N and P fertilizing proved to be effective, though the residual effects were of short duration. The recovery of the applied fertilizers was more advantageous on eroded soils.

The method used for the determination of fixed ammonia seemed to be suitable for following the changes in the inorganic N supply of the studied soils.

Table 1. Humus and nutrient contents of grey forest soils as affected by the degree of erosion. (1) Degree of erosion: a) Non-eroded-, b) moderately eroded soils, c) sedimentation. (2) Humus, %. (3) Total N, %. Determined according to (4) Tchirikov; (5) Kirsanov and (6) with the AL-method.

Table 2. Distribution of inorganic N content in grey forest soils as affected by the degree of erosion. (1) Degree of erosion: see Table 1. (2) Exchangeable NH_4^+ . (3) Fixed NH_4^+ . (4) Total inorganic N content.

Table 3. Chemical properties of grey forest soils. (1) Degree of erosion: see Table 1. (2) Exchangeable cations.

Table 4. Grain size distribution of grey forest soils (treatment with pyrophosphate). (1) Degree of erosion: see Table 1. (2) Mechanical fraction, mm%. (3) Physical sand and clay.

Table 5. Effect of fertilizers on the above-ground crop yield, g/pot. (1) Treatments (applied base doses: N, P and K 150 mg/kg soil; Mo 0.01, Zn 0.03 and BO_3 0.15 g/kg soil). (2) Non-eroded-, (3) moderately eroded soils. (4) Sedimentation. (5) Barley. (6) Buckwheat.

Table 6. N, P_2O_5 and K_2O amounts extracted by the yield in two years, mg/pot. (1) Treatments: see Table 5. (2) Non-eroded-, (3) moderately eroded soils. (4) Sedimentation.

Table 7. Ammonium-N content of non-fertilized grey forest soils. (1) N, mg/100 g soil: a) Exchangeable NH_4 -N; b) Fixed NH_4 -N; c) Total inorganic N. (2) Season: I. Spring; II. Autumn. (3) Non-eroded-, (4) moderately eroded soils. (5) Sedimentation.

Table 8. Decrease in the fixed NH_4^+ content of a grey forest soil (mg/100 g soil) under buckwheat, as a response to the different treatments (Autumn 1974). (1) Degree of erosion: see Table 1. (2) Treatments in the Spring of 1973 (fertilizer doses: see Table 5).

Fig. 1. Humus quality of grey forest soils and humus stability values. Wave length (m μ). a) Non-eroded- and b) moderately eroded soils, c) sedimentation.

Mikrovegetationsversuch auf in unterschiedlichem Ausmass erodierten Varianten eines grauen Waldbodens

A. PUSZTAI und V. N. KUDEJAROW

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest und Institut für Agrikulturchemie und Bodenkunde der Sowjetischen Akademie der Wissenschaften, Puschschino (UdSSR)

Zusammenfassung

Unter den die Umwelt verschmutzenden Erscheinungen wird die Erosion nur selten erwähnt, obwohl ihre Auswirkung auf die Böden und Oberflächengewässer nicht unbedeutend ist.

An Hand der in der Sowjetunion durchgeführten Untersuchungen wird der Einfluss der Erosion auf die Fruchtbarkeit der grauen Waldböden und auf die Umlagerung ihrer Nährstoffquellen veranschaulicht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Wassererosion im Falle dieses Bodentyps den Humus-, Stickstoff-, und aufnehmbaren P_2O_5 -, sowie K_2O -Gehalt herabsetzt und die mechanische Zusammensetzung, den pH-Wert und den Sättigungsgrad ändert.

In Mikrovegetationsversuchen wurde die Wirkung verschiedener Dünger untersucht. Sowohl die Stickstoff-, wie auch die Phosphordüngung war auf diesen Böden wirksam, ihre Nachwirkung war aber nur kurzfristig. Die Düngergaben erwiesen sich als wirksamer auf erodierten Böden, als auf nicht erodierten Böden.

Die den gebundenen Stickstoff bestimmende Methode scheint für die Verfolgung geringerer Änderungen in der anorganischen N-Versorgung dieser Böden geeignet zu sein.

Tab. 1. Humus- und Nährstoffgehalt der grauen Waldböden in Abhängigkeit des Erosionsgrades. (1) Erosionsgrad: a) nicht-erodiert; b) mittelmässig erodiert; c) Sedimentation. (2) Humusgehalt, %. (3) Gesamter N-Gehalt, %. (4) bestimmt nach Tschirikow; (5) bestimmt nach Kirsanow. (6) AL-Methode.

Tab. 2. Verteilung des anorganischen Stickstoffgehaltes der grauen Waldböden in Abhängigkeit des Erosionsgrades. (1) Erosionsgrad (s. in Tab. 1.). (2) Austauschbares NH_4^+ . (3) Gebundenes NH_4^+ . (4) Gesamter anorganischer Stickstoff.

Tab. 3. Chemische Eigenschaften der untersuchten grauen Waldböden. (1) Erosionsgrad (s. in Tab. 1.). (2) Austauschbare Kationen.

Tab. 4. Körnung der grauen Waldböden (Vorbereitung mit Pyrophosphat). (1) Erosionsgrad (s. in Tab. 1.) (2) Mechanische Fraktion, %. (3) Physischer Sand und Ton.

Tab. 5. Düngerwirkung auf den Ertrag, g/Gefäss. (1) Varianten (Grunddosis der Makronährstoffe: N, P, K 150 mg Wirkstoff/kg Boden; Grunddosis der Mikronährstoffe (g/kg Boden): Mo 0,01; Zn 0,03; BO_3 0,15. (2) Nicht erodiert. (3) Erodirt. (4) Sedimentation. (5) Gerste. (6) Rispenhirse.

Tab. 6. Durch den Ertrag entzogene N-, P_2O_5 - und K_2O -Menge in den zwei Versuchsjahren (mg/Gefäss). (1) Varianten (s. in Tab. 5.). (2) Nicht erodiert. (3) Mittelmässig erodiert. (4) Sedimentation.

Tab. 7. Änderungen in dem NH_4 -N-Gehalt der ungedüngten grauen Waldböden. (1) N mg/100 g Boden: a) Austauschbares NH_4 -N; b) gebundenes NH_4 -N; c) gesamtes anorganisches N. (2) Jahreszeit: I. Frühjahr; II. Herbst. (3) Nicht erodiert. (4) Mittelmässig erodiert. (5) Sedimentation.

Tab. 8. Abnahme des gebundenen NH_4^+ -Gehaltes eines grauen Waldbodens mit Rispenhirse in Abhängigkeit der Düngungsvarianten, mg/100 g Boden, (Herbst, 1974). (1) Erosionsgrad (s. in Tab. 1.). (2) Düngungsvarianten im Frühjahr 1973. (Düngergaben s. in Tab. 5.)

Abb. 1. Humusqualität und Humusstabilitätswerte der grauen Waldböden. Wellenlänge (m μ). a) Nicht-erodiert. b) Mittelmässig erodiert. c) Sedimentation.

Микрополевые опыты по внесению минеральных удобрений на серой лесной почве различной степени эродированности

А. ПУСТАИ и В. Н. КУДЕЯРОВ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии ВАН, Будапешт (Венгрия) и Научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения АН СССР, Пушкино (СССР)

Резюме

Среди явлений, вызывающих загрязнение окружающей среды человека, часто забывают об эрозии и, говоря о защите окружающей среды, редко упоминают о противоэрозионных мероприятиях, хотя эрозия приводит к значительному загрязнению окружающей среды, почв и поверхностных вод.

На основе результатов исследований, проведенных в СССР, авторы показывают какое влияние оказывает водная эрозия на плодородие, территориальное перераспределение питательных элементов серых лесных почв.

Исходя из результатов проведенных исследований и опытов можно установить, что под влиянием водной эрозии в данном типе почвы уменьшается содержание гумуса, азота, усвояемых P_2O_5 и K_2O , изменяется механический состав, значение рН, насыщенность почвы и т. д.

В опытах изучали эффективность доз внесения различных минеральных удобрений. Установили благоприятное влияние азотных и фосфорных минеральных удобрений, хотя они и показали непродолжительное последствие. Эффективность использованных доз минеральных удобрений была выше на эродированных почвах по сравнению с не эродированными.

Определяя в почве содержание фиксированного аммония, авторы предполагают, что можно проследить даже незначительные изменения в обеспеченности почвы минеральным азотом.

Табл. 1. Содержание гумуса и питательных элементов в серых лесных почвах в зависимости от степени их эродированности. (1) Степень эродированности: а) Не эродированная. б) Средне эродированная. в) Седиментация. (2) Гумус %. (3) Общий азот в %. (4) Фосфор и калий определенны по Чирикову. (5) Определенный по Кирсанову. (6) Методом АЛ.

Табл. 2. Распределение содержания минерального азота в серых лесных почвах в зависимости от степени их эродированности. (1) Степень эродированности (смотри таблицу 1). (2) Обменный NH_4^+ . (3) Фиксированный NH_4^+ . (4) Общий минеральный азот.

Табл. 3. Химический состав серых лесных почв. (1) Степень эродированности (смотри таблицу 1). (2) Обменные катионы.

Табл. 4. Механический состав серых лесных почв (предварительная обработка пирофосфатом). (1) Степень эродированности (смотри таблицу 1). (2) Механические фракции мм.%. (3) Физический песок и физическая глина.

Табл. 5. Влияние внесения удобрений на урожай надземной части, г/сосуд. (1) Варианты. Основная доза макроэлементов N, P, K 150 мг действующих начал/кг почвы, микроэлементы: Mo—0,01 г/кг почвы, Zn—0,03 г/кг почвы и B—0,15 г VO_3 г/кг почвы. (2) Не эродированная. (3) Средне эродированная. (4) Седиментация. (5) Ячмень. (6) Гречиха.

Табл. 6. Количество азота, фосфора и калия вынесенное урожаем за два года (мг/сосуд). (1) Варианты (смотри таблицу 5). (2) Не эродированная почва. (3) Средне эродированная почва. (4) Седиментация.

Табл. 7. Изменение содержания аммонийного азота в неудобренной серой лесной почве. (1) Азот в мг/100 г почвы: а) обменный NH_4-N ; б) фиксированный NH_4-N ; в) общий минеральный азот. (2) Время года: I. весна. II. осень. (3) Не эродированная. (4) Средне эродированная. (5) Седиментация.

Табл. 8. Снижение содержания фиксированного NH_4^+ на серой лесной почве (под гречихой) в зависимости от вариантов внесения удобрений, мг/100 г. Осень 1974 года. (1) Степень эродированности (смотри таблицу 1) (2) Варианты по внесению удобрений весной 1973 года (Дозы удобрений смотри в таблице 5.)

Рис. 1. Показатели качества и стабильности гумуса серых лесных почв. Длина волны (мк). а) Не эродированная. б) Средне эродированная. в) Седиментация.