

Az erodált talajok termékenysége és trágyázása

Talajaink a földgolyón kialakult ökológiai rendszerek (biogeocönózis) egyik alkotó része. Az emberi tevékenység által létrehozott másodlagos (kultúr) ökológiai rendszerekben, az ember hibájából kifolyólag sokhelyütt fellelhetők a degradáció különféle megjelenési formái (elmocsarasodás, szikesedés, erózió, defláció, petrifikáció) s újabban a különféle vegyszerek, növényvédőszeresek növekvő koncentrációja.

A talajtakarót s annak humuszrétegét, mint a talajtermékenység hordozóját és a bioszféra alkotó elemét az emberiség jövőjének biztosítása, a környezetvédelem érdekében meg kell védeni a pusztulástól, így többek között az eróziós károktól is.

A humuszréteg mint a talajképződési folyamat egyik leglényegesebb eredménye, azzal a sajátsággal is rendelkezik, hogy lepusztulása lényegében irreverzibilis folyamat, mert létrejöttéhez igen hosszú időre volt szükség — lepusztulásához pedig esetleg néhány év is elegendő. Ugyanakkor az erózió és defláció következtében jelentősen nő a mechanikai és kémiai talajvesztés a szárazföldön, nő a felszíni vizek szennyezettsége, zavarossága és mineralizációja, mely további káros hatással van a tavak és folyók életére; elmocsarasodáshoz stb. vezet (KOVDÁ [27]).

Jelen összefoglalóban elsősorban a víz-erózió hatásaival foglalkozunk, a talaj termékenységére s annak helyreállításával — trágyázás útján.

Eróziós veszteségek

Arra vonatkozóan, hogy milyen elterjedésű és jelentőségű jelenleg az erózió, szóljanak a következő adatok: OLSON [41] egy 1972-ben tartott FAO rendezvényen az eróziót a természetes vizek tápanyag szennyezésének elsőfokú forrásaként minősítette. WALDLEICH [69] adatai szerint a Mississippi folyó évente mintegy félmillió tonna — talajerózióból származó

— nitrogént és háromnegyed millió tonna foszfort szállít. A Volga Kujbisevnel 35 millió tonna lebegő részecskét szállít (POLJAKOV [47]), SZOBOL'JEV [64] közlése szerint csak az öt, délnek tartó legnagyobb orosz folyó évi 47 millió tonna eróziós terméket visz magával.

A harmincas években, amikor az USA kongresszusa az eróziót „nemzeti katasztrófának” nyilvánította, az erózió és defláció mintegy 400 millió ha-t érintett (BENNETT [7]). A Szovjetunióban a Dokucajev-Intézet legújabb adatai szerint mintegy 160 millió hektáron kell ilyen vagy olyan — eróziót megelőző — eljárást alkalmazni (ZASZLAVSZKIJ és PAVLOVSZKIJ [71]). STEFANOVITS [58] szerint Magyarország erózió által érintett 13 megyéjében 2,32 millió hektár erodált földterület van. HORNING [21] adatai szerint az eróziós folyamatok következtében az egész világon évente 53 millió tonna talaj rombolódik, mellyel 2 millió tonna humusz, 3 millió tonna foszfor megy veszendőbe.

Az említett adatok is indokolják a téma óriási jelentőségét s nem véletlen, hogy jelenleg az Egyesült Nemzetek és az UNESCO keretében kidolgozás alatt áll a „Bioszféra és az ember” program, s a szocialista tábor országaiban a kormányok mellett, s a KGST keretében újabb és újabb bizottságok alakulnak, melyeknek feladata a környezetvédelem, valamint a bioszféra produktivitásának növelése.

Az erodált talajok agrokémiai sajátságai

Hazai talajtani és agrokémiai szakembereink az erodált területek térképezése után a talajvédelmi tervezés módszereivel, a talajvesztések mérésével, talajvédelmi módszerek kidolgozásával foglalkoztak és néhány próbálkozástól eltekintve, viszonylag kevesebb figyelmet fordítottak az ilyen talajok agrokémiai sajátságainak mélyebb megismerésére, vagy ezeknek a trágyázási rendszereket módosító következményeire.

A szabadföldi trágyázási kísérletekkel foglalkozók viszont — egyéb megfontolásból — kimondottan kerültk a humuszban és tápanyagokban sokszor igen tarka, erodált területeket. Pedig nyilvánvaló, hogy a legjobban megtervezett és kivitelezett műszaki, agrotechnikai eljárásokkal is csak csökkenteni, esetleg megakadályozni lehet a talajpusztulást. Az erodált talajok termékenységének helyreállítása és fokozása — figyelembe véve, hogy ez a természetben lassú folyamat — megfelelő trágyázás nélkül, rövid időn belül lehetetlen.

Külföldön jelentős mennyiségű vizsgálati eredmény áll rendelkezésre e tárgykörben. Jelen dolgozat feladata, az itt kapott eredmények és megfigyelések összefoglalása, s nem tűztük ki célul a hazai kutatások eddigi eredményeinek taglalását annak ellenére, hogy ez az utóbbi időben örvendetesen szaporodik (STEFANOVITS, DUCK, TUSZ, PUSZTAI).

A tapasztalatok átvételét szükségessé teszi az elmondottakon kívül a műtrágyák és egyéb vegyianyagok állandóan növekvő mennyisége a mezőgazdaságban. Ezek egyszerű és gazdaságos felhasználása, melynek a különböző mértékben erodált talajok tápanyagkészletének, azok alakjának és arányainak ismeretén kell alapulnia, magában foglalja e talajok tápanyag-gazdálkodásának sokoldalú tanulmányozását a kijuttatott trágyaszerek és egyéb vegyi anyagok mozgásának, stb. figyelemmel kísérését.

A talajok szerves anyagai és az erózió

Az erózió folyamán a növényi tápanyagok közül minden elem mennyisége csökken a talajban. Azok a tápanyagok azonban, amelyek a talajok szervesanyagában, vagy annak finom frakcióiban található, vagy ezekhez kötődnek — nagyobb mértékben mennek veszendőbe, mint amelyek a durva frakcióval kapcsolatosak. Éppen ezért nem véletlen, hogy az erodált talajok egyik legjellemzőbb diagnosztikai és agrokémiai mutatója a humusz mennyisége és minősége. A talajok humusztartalma és minősége jelentős mértékben meghatározza azok tulajdonságait, termékenységét, a műtrágyák hatékonyságát stb.

BARROWS és KILMER [5] nagyszámú vizsgálati adat alapján arra a következtetésre jutott, hogy a vízerózió által lehorodott talajjal együtt a következő mértékben csökken a talaj tápanyagtartalma: szerves anyag > szerves és ammónium-nitrogén > felvehető foszfor és > kieserlhető kálium.

Minden rendelkezésre álló irodalmi adat (MIROWSKI [40], BARROWS és KILMER [5], SZOBOL'EV [64], BENNETT [7], VISZOCKISZ [68], MEDVEDEV és társai [39], ZSILKO és LEPSEV [72], KOBZARENKO [24, 25], RODIONOV és VÜSZOCKAJA [50], LIPMAN és CONIBEAZE [37], ENSMINGER [14] stb.) azt mutatja, hogy az erózió következtében megváltozik a humusz mennyisége és minősége (AKENT'EVA [3], TURSKI [67]) s az erodáltság mértékének arányában csökken annak összmennyisége.

MIROWSKI [40]; BARROWS és KILMER [5]; CSEREMISZINOV [11, 13]; SZAVVINOVA [59, 60]. ZASZLAVSZKIJ [70] a legtöbb országban elfogadott, morfológiai jeleken nyugvó osztályozás helyett az erodált talajok osztályozása alapjául a humuszkészlet to/ha értékét vette meg. Az erózió mértékétől függően a talaj-klimatikus viszonyok szerint a humusztartalom 50, vagy még nagyobb százalékban is csökkenhet. A víz vagy szél által megmozgatott humusz más helyeken felhalmozódik s ott szedimentációs rétegeként újabb károsító tényezőként jelentkezik. Általában a szedimentációban nagyobb a humusztartalom mint a teljes profilú talaj humuszrétegében. Ez azt bizonyítja, hogy az erózió következtében a szerves anyagban leggazdagabb részecskék változtatják helyüket (ONCEV és NIKOLOV [42]). Több szerző (MIROWSKI [40], BARROWS és KILMER [6], PECSENEVA [45], JURAS [22], STALLINGS [57], BOURGET és MACLEAN [8], HOCHMUTH [19, 20]) aktív eróziós folyamatok vizsgálata alapján megállapította, hogy a szervesanyag veszteség és elbomlás gyorsasága meghaladja a humuszképződés folyamatát s ezért az eróziós jelenségek növekedésének arányában csökken a talajok humusztartaléka. Ez az oka, hogy az erodált talajok humusztartalma kisebb, ami egyaránt vonatkozik a szántott rétegre és az egész talajszelvényre (RODIONOV és VÜSZOCKAJA [50], PECSENEVA [45], SZAVVINOVA [59, 60], PASOVA [43, 44]).

Az erodált talajok humuszának összetételéről és tulajdonságairól viszonylag kevesebb ismerettel rendelkezünk. Több szerző (SZOBOL'EV [64], BENNETT [7], MIROWSKI [40], SZAVVINOVA [59, 60], PECSENEVA [45]) vizsgálataiból ismert, hogy e sajátosságok általában tükrözik annak a nem erodált talajnak a megfelelő rétegeire vonatkozó általános törvényszerűségeket, amelyből származnak. Ugyanakkor megfigyelték azt is, hogy az erodáltság mértékével szűkül a C:N arány és csökken a huminsav-tartalom. Egyes szerzők (AKENT'EVA [3], SZAVVINOVA [59, 60]) szerint az erodált változatokban meg-

figyelhető a fulvosav tartalom növekedése, s ez fordított arányban van a huminsav tartalommal. Csökken a humin-fulvosav arány.

Ismeretes (MIROWSKI [40]) hogy az erodált talajok humusza kevesebb N-t tartalmaz és csökken e talajok szerves nitrogénjének ásványosodó képessége (BAKALIVANOV és AZSINGOV [4], CSEREMISZINOV [11, 13]). Az erodált változatokban szintén megfigyelhető a nagyobb, nem hidrolizálódó humin és ulmin anyagok mennyisége (BARROWS és KILMER [5]). Csökken nitrifikálóképességük, valamint proteáz- és ureáz aktivitásuk, s az erodált talajokban a nitrogéntartalmú szerves anyagok nehezen ammonifikálódnak (AKENT'ÉVA [3]).

Nitrogénvesztesség

Mezőgazdasági növényekkel bevetett erületek nitrogénvesztése erózió következtében általában nem nagy. A talajtól, lejtőviszonyoktól stb. függően általában nem haladja meg a 100 kg/ha mennyiséget (BARROWS és KILMER [5]). LIPMAN és CONIBEAZE [37] 1930-ban készített tápanyagmérlegében az eróziós N-vesztesség gyakorlatilag azonos volt a terméssel kivont N-mennyiséggel és nem sokkal maradt el a műtrágyával bevitt hatóanyag mennyiségétől (31 kg/ha).

Az ammónia nitrát- és nitrit formában történő N-vesztése kisebb, mint a szerves kötésben levő nitrogén mennyiségé. E nitrogén formák közül még viszonylag legnagyobb értékeket a nitrátok esetében figyelték meg. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy az erózió következtében veszendőbe menő nitrogén nagyobbik része a humuszanyagokkal függ össze. Több adat utal arra, hogy a N-vesztesség vetetlen talajon, N-műtrágyázás után, vagy kapás kultúrák esetében alkalomadtán igen jelentős lehet.

A N-vesztesség ilyen esetben a nitrátok mennyiségén mérhető le legjobban (FREE [17]).

A nitrogén megfelelő viszonyok között könnyen átmegy egyik vegyületből a másikba, könnyen oldódik stb., s vesztesége az erózió következtében nagyobb mint más növényi tápanyagoké.

Az erodált talajok összes nitrogénje általában összhangban van a szervesanyag-tartalommal s az erodáltság mértékének növekedésével esökkenő tendenciát mutat. A csökkenés mértéke a nem erodált változathoz képest esetenként elérheti a 40–60%-ot (BARROWS és KILMER [5], MIROWSKI [40], HOCHMUTH [19], TRASEV és MILCSEV [66]). Erodált talajokban a hidrolizálható nitrogén kisebb

(VISZOCKISZ [68], MEDVEDEV és társai [39], ZSILKO és LEPCEV [72]), mint a nem erodált változatokban, s az erodáltság mértékének növekedésével esökkenő irányzatot mutat. A csökkenés mértéke a talaj típusától függ (SZAVVINOVA [59, 60]). Mint a vizsgálatok mutatják, a csökkenés másfél-kétszeres, sőt nagyobb is lehet (MEDVEDEV és társai [39], KOBZARENKO [24, 25], RODIONOV és VÜSZOCKAJA [50]).

Az elmondottak azt bizonyítják, hogy az erodált talajok nitrogén vegyületei kevésbé mozgékonyak, s a növények számára kevésbé hozzáférhetők.

Az irodalomban (AKENT'ÉVA [3], KOBZARENKO [24, 25], ZASZLAVSZKIJ [70], SZKORODUMOV [63], CSEREMISZINOV [13]) több utalás van arra, hogy az erodált talajok nitrifikációs képessége kisebb, s e tulajdonságuk az erodáltság fokozódásával tovább csökken (BAKALIVANOV és ZSINGOV [4], JURAS [22]).

Az erodáltság következtében e talajok nitráttartalma 1,5–2-szer kisebb (CSEREMISZINOV [13]). A fentiekből következik, hogy az erodált talajokban a nitrogén első minimumként fordul elő és termékenységük helyreállításakor minden talajtípuson és eróziós fokozatban a nitrogén-trágyázástól kedvező eredmények várhatók.

Foszforvesztesség

Általában úgy tartják, hogy a foszfor a legkevésbé mozgékony tápelem. Függőleges mozgása a talajban valóban rendkívül kicsi. A talaj összes foszfortartalmának kb. 65%-a azonban szerves kötésben található (BRUCKMAN és BRADY [10]) és könnyű mechanikai összetételű talajok szántott rétegében ennek kb. a fele az agyagrészecskék felszínén kötődik meg. (BARROWS és KILMER [5]). Ugyanakkor ismeretes, hogy az elfolyó víz foszfor koncentrációja jóval nagyobb mint a talajé. Ily módon esetenként előfordulhat, hogy erózió következtében a foszforvesztesség is nagy. Ennek az az oka, hogy az erózió elsősorban a talaj szerves anyagát és finom szemcsoösszetételű részét ragadja magával, márpedig a foszfor mindkettőhöz kötődik a talajban. LIPMAN és CONIBEAZE [37] tápanyagmérlegében a műtrágyázással bevitt 3,9 kg/ha hatóanyagmennyiséggel szemben az évi eróziós foszfor veszteség 11,9 kg/ha volt.

Irodalmi adatok alapján ítélve úgy tűnik, hogy az erodált talajok könnyen felvehető foszforvegyületek tekintetében kevésbé térnek el egymástól, mint pl. a nitrogén esetében (BARROWS és KILMER [5], ONCSEV és NIKOLOV [42], BOURGET

és MACLEAN [8], BENNETT [7], STALLINGS [56, 57], ENSMINGER [14], SZOBOL'JEV [64]). Ennek ellenére, hasonló típusú, de különböző mértékben erodált talajok eltérő mennyiségű felvehető foszfátot tartalmaznak (ENSMINGER [14], TRASIEV és MILCSEV [66], BENEDICSUK és KRUTY [3], CSEREMISZINOV [11, 13], AGAEV [2], LJAHOV [38]). Szovjet forrásmunkák szerint az erodált gyepes podzol SZAVVINOVA [60], PRESZNYAKOVA [49]) és szürke erdőtalajok (KOBZARENKO [24, 25]) erősebben erodált változataiban a felvehető foszfát mennyisége hol növekvő, hol csökkenő tendenciát mutat, szemben ugyanezen talajok nem erodált változataival. Ez a jelenség különösen szembetűnően jelentkezik az erősen erodált változatokon, ami az illuviális réteg bekeverésével függ össze. Több esetben szürke erdőtalajokon (KOBZARENKO [24, 25], RODIONOV és VÜSZOKKAJA [50]) és degradált csernozjomon (ZASZLAVSZKIJ [70]) esetenként az erodált és nem erodált talaj közötti különbség nem figyelhető meg. Ugyanakkor LJAHOV [38] vizsgálatai szerint, szürke erdőtalajon is csökken a foszfor oldhatósága. Ugyancsak csökken a foszfor felvehetősége csernozjomon is (CSEREMISZINOV [11, 13]), esetenként 1,4–2-szeres mértékben is. Csernozjomon a jelenséget a humuszréteg elvékonyodásával és a több meszet tartalmazó B-szint bekeverésével hozzák összefüggésbe. Aridabb viszonyok között a jelenség még kifejezettebben nyilvánul meg.

Az elmondottakból úgy tűnik, hogy a foszfor, annak oldhatósága és felvehetősége vonatkozásában még meglehetősen sok ellentmondás van. Ezek egy része azzal is magyarázható, hogy a foszfor felvehetősége nagymértékben függ a talaj általános kultúrállapotától, szervesanyag ellátottságától, pH-jától stb. Ennek ellenére úgy tűnik, hogy az erodáltság mértékének növekedésével a mozgékony foszfát vegyületek felvehetősége általában csökken (PASOVA [43], BENEDICSUK és KRUTY [6], CSEREMISZINOV [11, 13]), ami vagy a másfélszeres oxidok, vagy a mésztartalom növekedésével függ legtöbbször össze (VISZOCKISZ [68], KOBZARENKO [24]).

A foszforvegyületeknek az erózió következtében előálló nehezebb növényi felvehetősége alkalmadtán a foszfortrágyázás jó hatásfokú érvényesülését biztosítja.

Káliumvesztés

Az erózió következtében kálium-vesztések szintén megfigyelhetők. BARROWS és KILMER [5] szerint azonban ezek jóval

kisebbségben, mint a nitrogén és foszfor vonatkozásában. Megállapították, hogy a víz-erózió következtében elfolyó víz káliumban is gazdagabb, mint a talaj. Ennek elsősorban az az oka, hogy a kálium 90–98%-a a talajban a növények számára nehezen felvehető állapotban található. Emiatt az oldható kálium veszteségek is korlátozottak. A legtöbb talaj (néhány homoktalaj kivételével) ezeken kívül óriási természetes kálium-tartalékkal is rendelkezik (LIPMAN és CONIBEAZE [37]). Ennek ellenére az idézett szerzők 1930-as tápanyagmérlegében az évi káliumvesztés 158 kg/ha volt, ami többszörösen meghaladta akár a műtrágyával bevitt, vagy a terméssel kivont kálium mennyiségét.

A különféle káliumformák mennyisége és növényi felvehetősége nagymértékben függ a talaj ásványi és mechanikai összetételétől. Emiatt CSEREMISZINOV [11, 13] esetenként indokoltan tartja a káliumtrágyázást. Ez a helyzet legtöbbször akkor állhat elő, amikor a különféle talajtípusok nem erodált változatai is meghaladják a káliumtrágyázást (BARROWS és KILMER [5]). Egyes csernozjomok erodált változatain megfigyelték (ZASZLAVSZKIJ [70], PASOVA [43, 44], CSEREMISZINOV [12]), hogy a talajok viszonylag gazdagabbak kieserélhető káliumban. Az elmondottakból következik, hogy az erodált talajok némely kivételétől eltekintve, nem igénylik különösebben a káliumutánpótlást — a NPK tápanyagsorban a kálium az utolsó helyen áll.

Egyéb veszteségek és agrokémiai tulajdonságok változása

BARROWS és KILMER [5] közli — több szerzőre hivatkozva —, hogy növényvel bevetett területen, 13–30 kg/ha kalciumvesztéssel és 3–4 kg/ha magnéziumvesztéssel lehet számolni. Ugaron, vagy kapás kultúrák esetében a veszteségek a többszörösükre nőhetnek. Hasonlóan, más szerzőkre hivatkozva közlik, hogy az oldható kénvesztés évi 1,6–29 kg/ha között változhat, a talaj mechanikai összetételétől, a művelés mélységétől függően. E kérdésnek feltehetően a szuperfoszfát háttérbe szorítása és más foszfortrágyák, valamint a kombinált műtrágyák fokozottabb elterjedése esetén lesz nagyobb jelentősége.

Az erodáltság mértékétől függően, bizonyos változásokat szenved a talaj pH-ja is (VISZOCKISZ [68], MEDVEDEV és társai [39]). Savanyú talajokon a változás alig észlelhető, vagy a pH némileg nő, míg csernozjomon az esetek többségében jelen-

tősebb pH növekedést figyeltek meg (ZASZLAVSZKIJ [70], CSEREMISZINOV [11, 13], SZEDLUHO—SZAVICKAJA és SZEDLUHO [61]).

Hasonló irányba tolódik el a talajok hidrolitos savanyúsága is, mint olyan mutatóé, mely némileg tükrözi a pH viszonyokban bekövetkezett változásokat. A talajok adszorpciós kapacitása és telítettségével kapcsolatos vizsgálatok azt mutatták, hogy e mutatók pl. csernozjomon, az erodáltság fokának növekedésével 10—20%-kal csökkennek (CSEREMISZINOV [13]).

A mikroelemekre vonatkozó irodalom igen szegényes és ellentmondó. Ennek ellenére találhatók olyan adatok, amely szerint egyes esetekben az erózió következtében igen jelentős mikroelemi veszteségek figyelhetők meg (SAKURI [51]). Az elemek évi vesztesége elérheti Mn: 2—300; Zn 25—50; Mo 4—5; B: 150—200 kg/ha mennyiséget. CSEREMISZINOV [13] csernozjomon jelentős Mn, B, Mo, Zn, Mg, Co veszteséget említ. ZASZLAVSZKIJ [70], PASOVA [44] az előzőkkel egybehangzóan mikroelemtartalom csökkenésről számolnak be, s megjegyzik, hogy a legtöbb mikroelem felvehetősége az erózió mértékével csökken, míg a Mo-é nő.

KOVDA és társai [28, 29] az egyes mikroelemek oldékonysági sorát állította fel, másrészt rámutatott sok mikroelem biogén-akkumulációjára, s ezeken keresztül hívta fel a figyelmet arra, hogy az egyes mikroelemek vonatkozásában az erózió hatására milyen irányú és mértékű veszteségek várhatók.

Itt említtem meg, hogy az idézett szerzők többsége kiemeli, hogy az erodált talajok agrokémiai mutatói és tulajdonságai értékelésekor mindig figyelembe kell venni a talajváltozatok rendkívüli tarkaságát, kiegyenlítetlenségét, nagyfokú inhomogenitását. Részben ezzel magyarázhatók az irodalomban és gyakorlatban előforduló gyakori ellentmondások is. E talajok komplex volta különleges megközelítési módokat követel meg a termékenységük helyreállításával foglalkozó kutatóktól és a rajtuk üzemi termelést folytató gyakorló gazdáktól.

Erodált talajok termékenységének helyreállítása trágyázással

Az előzőkben ismertetett agrokémiai sajátságok az erodált talajok eltérő talajfizikai és biológiai tulajdonságaival együtt igazolják azt a sokak által megfigyelt jelenséget, miszerint gyengén erodált talajon általában 10—15, közepesen erodált talajon 20—50, erősen erodált talajon 60—80%-kal csökken a termés.

Míg hazánkban csak az utóbbi években kezdtünk (STEFANOVITS P., DUCK T., TUSZ Zs., PUSZTAI A.) foglalkozni az erodált talajok trágyázási kérdéseivel, addig külföldön igen részletesen és sokoldalúan vizsgálták e kérdést, s jelenleg meglehetősen nagyszámú közlemény áll már rendelkezésre. E kísérletek és tapasztalatok összefoglalása, általánosítása alapján az alábbi főbb következtetésekre jutunk:

Legtöbb irodalmi forrás (SZOBOL'EV [64], HORNING [21], KONSZTANTINOV [26], ZASZLAVSZKIJ [70], TEZISZI [65], LIDOV és társai [32], SZKACSKOV és társai [62], PRESZNYAKOVA [49], KOZLOV és JAMINSZKAJA [31], KOZLOV [30], KARAVAEV [23], ADAMS [1], SANFORD és társai [52], SMITH [55], LICSEV [34, 35, 36], SZKORODUMOV [63], PETERSON [46], STALLINGS [57]) egybehangzóan állítja, hogy az erodált talajok szerves- és műtrágyázása rendkívül hatékony eljárás. Különböző trágyaadagok után 30—40%-os (FILIPOV és KLOCSKOV [16], FILIPOV [15]), de nemritkán 200—400%-os (POPA [48], LICSEV [34, 35, 36]) terméstebbletet is elértek.

CSEREMISZINOV [13] az utóbbi 20 év folyamán végzett többszáz kísérlet eredményeinek feldolgozása alapján arra a következtetésre jutott, hogy 40—60 kg/ha hatóanyagszint esetén a különféle növények, erodált talajokon 63—81%-os terméstebbletet mutattak.

A trágyázás hatékonyságát illetően, meglehetősen nagy ellentmondásokat tapasztalhatunk. Egyrészt több szerző (SIKULA [53], GORDEJEV [18] és mások) azt állítják, hogy az erodáltság mértékének növekedésével nő a trágyázás hatékonysága, míg mások (SZKORODUMOV [63], ZASZLAVSZKIJ [70]) ennek ellenkezőjét állítják. Ez utóbbi véleményt látszanak igazolni az amerikai irodalomban LAMB és társai [33] eredményei is. Ugyanekkor adatokat találhatunk arra vonatkozóan is, hogy az erodált talajok termését nem lehet olyan szintre emelni, mint a nem erodáltakét, bár a szerzők (PRESZNYAKOVA [49], KOZLOV [30], KOZLOV és JAMINSZKAJA [31], SZKORODUMOV [63], ZASZLAVSZKIJ [70]) elismerik, hogy erodált talajon trágyázás hatására a viszonylagos terméstebblet nagyobb, mint nem erodált talajon.

A nitrogéntrágyázás minden talajtípuson és minden eróziós fokozat esetén rendkívül hatékony. A N-trágyák jó hatásfokát a legtöbb szerző (SZOBOL'EV [64], SZKORODUMOV [63], CSEREMISZINOV [11, 13], KOBZARENKO [24]) e talajok csökkent humusz- s nitrogéntartalmával hozza összefüggésbe.

A nitrogén szükségessége az erodáltság mértékével nő (ZASZLAVSZKIJ [70], SIKULA

[53], CSEREMISZINOV [12], GORDAJEV [18], KOBZARENKO [25], KONSZTANTINOV [26], BRAUDE [9]. Bár a nitrogéntrágyák önmagukban is terméstöbbletet eredményeznek, PK alapon hatékonyságuk általában tovább fokozódik. Különösen csernozjom talajon és szárazabb klimatikus viszonyok között a nitrogén mellett fokozódik a foszfortrágyázás jelentősége (KOBZARENKO [24, 25], CSEREMISZINOV [11, 13]).

A foszfortrágyázás hatékonysága azonban mindig függ a talaj könnyen felvehető foszforsav mennyiségétől. (SZKORODUMOV [63], SIKULA [54], GORDEJEV [18]).

A káliumtrágyázás hatékonyságát viszonylag kevés adat bizonyítja. Az irodalmi adatok szerint, kálium hatására általában igen kis termésmenyekeedés tapasztalható, s erős összefüggést mutatnak a talaj könnyen felvehető káliumtartalmával (SIKULA [53], CSEREMISZINOV [11, 12], KOBZARENKO [24, 25]).

Az elmondottak azt a véleményt látszanak igazolni, hogy erodált talajokon a káliumot csak kisebb mennyiségben szükséges adagolni, s elsősorban a megfelelő NPK arány biztosítása érdekében szükséges.

Nyilvánvaló, hogy káliumban természettől szegény homoktalajokon, nagyobb adagú kálium alkalmazása is indokolt lehet (ZSILKO és társai [72]).

A mikroelemek hatékonyságára vonatkozó konkrét kísérleti eredményt az irodalomban alig találni. E vizsgálatok elvégzése — úgy tűnik — még a jövő feladata.

Több utalás található az irodalomban a helyes NPK arány fontosságára. Ezek fő jellegzetessége, hogy az ajánlásokban az arány minden esetben eltolódik a nitrogén javára és legtöbbször csökkentett káliummennyiségre utal. A legtöbb szerző nagy jelentőséget tulajdonít erodált talajokon a szerves trágyázásnak (SZOBOL'EV [64], SZKORODUMOV [63], SIKULA [54], ZASZLAVSZKIJ [70], CSEREMISZINOV [11]).

Többen, legalább a hatóanyagok felét szerves trágya formájában tartják szükségesnek adni, bár a műtrágyák kizárólagos használatával is nagy termésmenyekekedést értek el.

Főleg a szovjet irodalomban, a legtöbb szerző utal arra is, hogy a trágyázással egyidejűleg komplex talajvédelmet kell folytatni (elfolyás csökkentése, nedvességfelhalmozás, alapfokú talajvédelem stb.) s ilyen előfeltételek után a trágyázás hatékonysága fokozódik.

Az irodalmi adatokból kitűnik az is, hogy erodált talajokon általában nagyobb trágyaadagokat kell alkalmazni, mint nem erodáltakon. A szovjet szerzők e tekintetben 20–70%-os adagnövelést tartanak

szükségesnek (SZOBOL'EV [64], ZASZLAVSZKIJ [70], SZKORODUMOV [63]).

Az a kérdés, hogy alapfokú talajvédelem esetén megfelelő trágyaadagok kiszórásával, el lehet-e érni a nem erodált talajok termésszintjét — nézetem szerint — még nincs eldöntve. Több szerző ennek lehetséges voltát, mások ennek ellenkezőjét bizonyítják. Nagyszámú kísérleti eredmény ismerete alapján az a vélemény alakult ki bennem, hogy erodált talajokon is meg lehet közelíteni, vagy el lehet érni azokat a terméseket, melyeket nem erodált talajokon kapunk, de ebben az esetben az egységnyi hatóanyagra jutó terméstöbblet csökken.

Jelenleg, amikor jelentős mértékben terjed az öntözés, az eróziós irodalomban is több utalás van arra, hogy e talajok öntözése fokozza a trágyázás hatékonyságát. Ugyanakkor ismeretes az öntözött lejtős területeken jelentkező specifikus öntözéses erózió, mely trágyázás esetén e talajok tápanyaggazdálkodását tovább bonyolítja. E kérdések vizsgálata — különösen hazánkban — még a jövő feladata. Ugyancsak új irányzat az eróziós kutatásokban a vele összefüggő fizikai-kémiai folyamatok matematikai modellezése.

Irodalom

- [1] ADAMS, J.: Commercial fertilizers for conservation farming. Soil Conserv. (3). 1955.
- [2] AGAEV, T. B.: Vlijanie intenzivnoszt' potyer' pocsvami gumussza i elementov pitania na produktivnoszt. Vesztnik sz/h Nauki. 1969.
- [3] AKENT'EVA, L. I.: Izmenenie zapaszov i dosztupnoszt pocsvennogo azota sz razvitiem erozii pocsv. Agrohím. (1) 17–21. 1972.
- [4] BAKALIVANOV, D. & ZSINGOV, A.: Mikrobiologicsna harakterisztika na njakoi kajljava gorszki izluzsni kapeleni gorszki i csernozemi pocsvi pri razliscna sztepen na erozija. Pocsvoz. i Agrohím. (1) 103–115. 1966.
- [5] BARROWS, H. L. & KILMER, V. J.: Plant nutrient losses from soils by water erosion. Adv. Agron. 15. 303–316. 1963.
- [6] BENEDICSUK, N. F. & KRUTY, V. M.: Izmenenije szvojsztv csernozemov Dnyepropetrovszkoj oblasti v rezultate erozii. Pocsvovedenie. (9) 18–22. 1971.
- [7] BENNETT, H.: Elements of soil conservation. McGraw-Hill. New York. 1947.
- [8] BOUQUET, S. J. & MACLEAN, A. J.: The effect of water erosion on physical and chemical properties of Rideau clay. Canad. J. Soil Sci. 43. 370–376. 1963.
- [9] BRAUDE, J. D.: Eroziya pocsv zaszuha i bor'ba sz nimi v CCSO. Izd. Nauka. Moszkva. 1965.
- [10] BRUCKMAN, N. O. & BRADY, N. C.: The nature and properties of soils. 6. Ed. Macmillan. New York. 1960.
- [11] CSEREMISZINOV, G. A.: Erodirovanié pocsvi i ih produktivnoe ispol'zovanie. Kolosz. Moszkva 1968.
- [12] CSEREMISZINOV, G. A.: Primenenie udobrenij na erodirovannih pocsvi. Agrohím. (2) 159–171. 1972.
- [13] CSEREMISZINOV, G. A.: Agrohímicseszakja harakterisztika erodirovannih pocsvi. Agrohím. (8) 136–149. 1972.

- [14] ENSMINGER, L. E.: Loss of phosphorus by erosion Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 16. 338-342. 1952.
- [15] FILIPOV, H.: Torené na szorgoto na nakloneni i erozirani tereni. Pocsvozt. i Agrohím. (3) 123-129. 1971.
- [16] FILIPOV, H. & KLOCSKOV, B.: Proucsvane v"rhú toreneto na psenicata na erozirani tereni. Pocsvozt. i Agrohím. (1) 83-89. 1971.
- [17] FREE, G. R.: Effects of good management following soil erosion. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21. 453-456. 1957.
- [18] GORDEJEV, A. M.: Udobrenie ozimój psenicú na szmütüh vüscseloemüh csernozjomah. Tr. VUA (44) Moszkva. 1966.
- [19] HOCHMUTH, C.: Auswirkung der Erosion bei Lössboden auf die biologische Stickstoffumsetzung. Giessen. 1961.
- [20] HOCHMUTH, C.: Über den Einfluss der Bodenerosion auf die Nitratabbildung in Lössböden. Landw. Forsch. 18. 192-199. 1965.
- [21] HORNING, H.: Internat. Water Erosion Symp. Proc. Praha. 1.3-19. 1970.
- [22] JURAS, I.: Utjecaj erozie na neka fiziografska svojstva laporovitih litogerno-karbonatnih tala Dalmacie. Zemlj. Biljka. 13. 273-277. 1964.
- [23] KARAVAEV, V. N.: Effektivnoszt' udobrenij na szmütüh pocsvah. Agrohím. (5) 92-100. 1965.
- [24] KOBZARENKO, V. I.: Dostupnoszt' rasztienijam podvizsniüh foszfátov i obmennogo kalija različsniüh genetsicszkih gorizontov temno- szerüh lesznüh szmütüh i neszmütük pocsv. Agrohím. (6) 40-46. 1968.
- [25] KOBZARENKO, V. I.: Izmenenie agrohímicscszkih szvojsztv i plodorodija temno-szerüh lesznüh pocsv pög vlijaniem vodnoj erozii. Avtoref. Kand. Dizs. Moszkva. 1968.
- [26] KONSZTANTINOV, I. Sz.: Primenenie udobrenij na szmütüh pocsvah. Rukovodsztvo po borbüe sz eroziej pocsv. Kisev. 1964.
- [27] KOVDA, V. A.: Pocsvennij pokrov i vlijanie na nego cseloveka. Puscino na Oke. 1971.
- [28] KOVDA, V. A., JAKUSEVSKA, I. V. & TJURJUKANOV, A. N.: Mikroelementü v pocsvah Szovjetszko Szozsua. Izd. Moszk. Univ. Moszkva. 1959.
- [29] KOVDA, V. A. & VASZILJEVSKAJA, V. D.: Isszledovanie szoderzsánija mikroelementov v pocsvah Priamurja. Pocsvevedenie. (12) 68-76. 1958.
- [30] KOZLOV, V. P.: Vosztanovlenije plodorodija szmütüh szerüh lesznüh pocsv putem vneszenija udobrenij. Pocsvevedenie. (6) 42-46. 1959.
- [31] KOZLOV, V. P. & JAMINSZKAJA, O. Ja.: Vosztanovlenie plodorodija, szmütüh dernovo-podzolisztüh pocsv Moszkovszkojablaszti. Tr. Pocsv. Inszt. V. V. Dokuceava. 40. Moszkva. 1953.
- [32] LIDOV, V. P., KAPLUNOVA, L. Sz. & ORLOVA, V. K.: Vlijanie erozii dernovo podzolisztüh pocsv na uroszaj zernovüh kultur pri vneszenij različsniüh udobrenij. Agrohím. (2) 62-71. 1968.
- [33] LAMB, J. et al.: Effect of past management and erosion of soil on fertilizer efficiency. Soil Sci. 70. 385-392. 1950.
- [34] LICSEV, Sz.: Pproucsvane na effektivnosztta ot toreneto na zsitnite kulturi otglezsáni na nakloneni i erozirani pocsvi. Pocsvozt. i Agrohím. (4) 49-56. 1967.
- [35] LICSEV, Su.: Vlijanie na mimerel'noto torenie v"rhü dobiva nyra psenicata na nakloneni i erozirani pocsvi. Koop. Zemledel. (1) 1963.
- [36] LICSEV, Sz., TREJKJASKI, P. & KUZMANOV, A.: Proucsvane v"rhü povisavanet plodorodieto na erozirante pocsvi. Pocsvozt. i Agrohím. (6) 81-86. 1970.
- [37] LIPMAN, I. & CONIBEAZE, A.: Preliminary note on the inventory and balance sheet of plant nutrients in the United States. New Jersey Agric. Exp. Sta. Bull. (1) 607. 1936.
- [38] LJAHOV, A. I.: Ref. LASKOV, A.: Szeminar po obmenu opütom borbüe sz eroziej pocsv. Vesztnik Sz/h Nauki. (11) 148-153. 1968.
- [39] MEDVEDEV, A. G. et al.: Agrohímicscszkaja karakterisztika erodirovannüh pocsv. Tr. Belorussz. Inst. Pocsv. Minszk. (5) 27-41. 1968.
- [40] MIROWSKI, Z.: Sklad próchnicy i chemizm gleb terenow erodowanych. Zesz. Nauk. Wyzsz. Szkoła Rol. 17. (2) 207-212. 1964.
- [41] OLSON, R. A.: Effects of Intensive fertilizer use on the human environment. FAO. Soils Bull. Roma (16) 1972.
- [42] ONCSEV, N. & NIKOLOV, Sz.: Fizicscszka i himicscszka karakterisztika na erozionen ottok ot kanelena gorszka pocsva. Pocsvozt. i Agrohím. (3) 61-71. 1967.
- [43] PASOVA, V. T.: O plodorodii genetsicszkih gorizontov erodirovannüh obükvovennüh csernozzemov. Pocsvevedenie (1) 95-99. 1969.
- [44] PASOVA, V. T.: Zapaszü i formü potatyel'niüh vescsesztv v erodirovannüh csernozzemah Dnepropetrovskoj oblasti. Putij povüsenija plodorodija pocsv. Kiev. 1967.
- [45] PECSENEVA, H. B.: Nekotorie dannüe o szosztave gumusza erodirovannüh csernozzemov. „Voproszü erozii i povüsenija produktivnoszti szklonovüh zemel' Moldavii." Kisev. 1969.
- [46] PETERSON, J.: The relation of soil fertility to soil erosion. J. Soil & Wat. Conserv. 19. 15-19. 1964.
- [47] POLJAKOV, B. V.: Gidrológicscszkie Isszledovanie Nizsnej Volgi. Gosztrojizdat. Moszkva. 1938.
- [48] POPA, A.: Rezultate privind lucrarea soluten si folosirea ingrasamintelor pe terenurile in plants. Probleme. Agric. 10. 12-20 1970.
- [49] PRESZNEKOVA, G. A.: Vlijanie processzov vodnoj erozii na uroszaj sz/h kultur na dernovo podzolisztüh pocsvah i puti povüsenija szmütüh pocsv. Tr. Pocsv. Inszt. V. V. Dokuceava. Moszkva. 40. 1953.
- [50] RODINOV, V. Sz. & VÜSZOCKAJA, P. N.: Szoderzsanie i kacestsztvennij szosztav gumusza erodirovannüh szerüh lesznüh pocsv. Pocsvevedenie. (2) 74-82. 1967.
- [51] SARURI, B. K.: Izmenenija szoderzsánija mikroelementov v szvzaji sz eroziej pocsv v Nahicssevanoszkoj ASzSzR. Szb. Dokl. zakavszkoj naucsni konf. po voproszu „Erozija pocsv i merii borbüe sz. nej." Tbiliszi. 1968.
- [52] SANFORD, J., BRUCE, R. & MYHRE, D.: Corn stover residue and nitrogen management modifies crop response. J. Soil & Wat. Conserv. 3. 1968.
- [53] SIKULA, N. K.: Bor'ba sz eroziej pocsv i zemledelie na szklonah. Donyeck. 1968.
- [54] SIKULA, N. K. & PODGORNIJ, S. A.: Effektivnoszt' udobrenij i protiverozionniüh meroprijatij po regulirovanija sztoka na szklonvüh zemljah szevernoj leszoszsteji USzSzR. Produktivnoszty pocsvo na Oke. 130-134. 1972.
- [55] SMITH, F. B.: The effect of organic matter on aggregation, permeability and runoff. J. Soil & Wat. Conserv. 10. 76-77, 80. 1955.
- [56] STALLINGS, J. H.: Soil fertility losses by erosion. Better Crops. 35. 8-11. 1951.
- [57] STALLINGS, J. H.: Soil conservation. Englewood Cliffs. New York. 1957.
- [58] STEFANOVITS, P.: Talajpusztulás Magyarországon. OMMI Genetikus Talajterképek Ser. 1. No. 7. Budapest. 1964.
- [59] SZAVVINOVA, E. N.: Szravnitel'naja karakterisztika genetsicszkih gorizontov okulturennüh dernovo-podzolisztüh pocsv i ih erodirovannüh variantov. Bull. Pocsv. Inst. V. V. Dokuceava (2) 91-98. 1968.
- [60] SZAVVINOVA, E. N.: Izmenenie szvojsztv pahotniüh dernovo-podzolisztüh pocsv pod vlijaniem erozii. Pocsvevedenie. (2) 105-118. 1969.
- [61] SZEDLUHO, N. E., SZAVICKAJA, G. V. & SZEDLUHO, A. P.: Agrohímicscszkaja karakterisztika erodirovannüh pocsv szeverovosztocnoj csaszti Mogilevszkojablasi. Szb. „Pocsvenüe isszledovanie i primenenie udobrenij. Minszk. (2) 57-62. 1971.
- [62] SZKACSKOV, I. A., TROGUTOV, P. Sz. & SZUCSAKINA, M. I.: Bor'ba sz eroziej pocsv. Moszkva. 1946.
- [63] SZKORODUMOV, A. Sz.: Zemledelie na szklonah. Izd. Uroszaj. Kiev. 1970.
- [64] SZOBOLJEV, Sz. Sz.: Razvitie erozionnüh processzov na territorij Evropejszkoj csaszti SzSzSzR i bor'ba c nimi. Szehozgiz. Moszkva-Leningrad. 1948.

- [65] Tezisi dokladov po voprosam primeneniya udobrenij na erodirovannih pocsvah. VASZHNIL. Moszkva. 1970.
- [66] TRASIEV, H. & MILCSEV, M.: Vlijanie na ploszkosz-nata erozija v' rhu szvojsztvata na pocsvite i dobivite ot njakoi szelszkosztopanszki kulturi. Izv. Inszt. Pocsv. Agrotechn. N. Puskarovo. Szofia, 8. 213—222. 1963.
- [67] TURSKI, R.: The influence of erosion on the organic matter compounds in the brown soils and chernozems of the Lublin upland. Roczn. Gleboz. 14. Suppl. 345—352. 1964.
- [68] VISZOCKISZ, O. A.: Nekotorie fiziceszkie i himiceszkie szvojsztva erodirovannih pocsv. Litovszkoj, SzSzSZR. Pocsvovedenie. (2) 141—148. 1968.
- [69] WALDLEICH, C. H.: Wastes in relation to agriculture and forestry. USDA. Misc. Publ. 1065. 112. 1968.
- [70] ZANZLAVSZKIJ, M. N.: Eroziya pocsv i zemledelie na szklonah. Kisinev. 1956.
- [71] ZANZLAVSZKIJ, M. N. & PAVLOVSKIJ, E. Sz.: Bor'ba sz eroziój pocsv vazsnyejsie meropolitatie v plane melioracii zemel'. GNIIZR. Moszkva. 1970.
- [72] ZSILKO, V. V. & LEPESEV, A. A.: Vlijanie ovragov na dinamiku vlagi pitatelnih veschestv i urozsaj. Tr. Beloruszk. Inst. Pocsv. Minszk. (7) 73—88. 1970.

PUSZTAI ANTAL

Érkezett: 1973. április 26.