Földtani Közlöny, Bull. of the Geol. Soc. (1990) 120. 215 — 226

Hegy- és dombvidékek talajgeokémiai problémái, Cserhát hegységi vizsgálatok tükrében*

*Andó József***

(1 ábrával, 4 táblázattal)

Összefoglalás: Az emberiség egyre fokozottabb környezetalakító, környezetszennyező tevékenysége és a mezőgazdaságban kiterjedten alkalmazott trágyázás, műtrágyázás ellenére a talajok fő mikroelem-forrása továbbra is a talajképző kőzet. Ezért a különböző kőzeteken kialakult talajszelvények — azonos talajtípus esetén is — eltérő mikroelemkészlettel rendelkeznek. A talajképződés során a kőzet eredeti mikroelem-eloszlása a kilúgozási és az akkumulációs folyamatok összhatásaként térbelileg erősen átrendeződik, így az egyes talajgenetikai szintek mikroelemtartalmában különbségek mutatkoznak. Hegy- és dombvidékeinken a térszint általában változatosabb kőzettani felépítés jellemzi, mint a síkvidéken. Ugyanakkor a talajerózió miatt a felszínt helyileg változó módon, különböző genetikai szintet képviselő talaj borítja. Mindez e vidékeken igen változatos talajgeokémiai, környezetgeokémiai képet eredményez, ami a földtani felépítéstől, a táj jellegétől függetlenül nem értékelhető.

Bevezetés

Korunk egyre nagyobb feladatokat állít a mezőgazdaság elé. A termelés további fokozásának alapvető feltétele mind a növénytermesztés, mind az állattenyésztés területén az optimális tápanyagellátás biztosítása. Tápanyagról beszélve a mezőgazdaságban — jelenlegi, lezártnak korán sem tekinthető ismereteink szerint — mintegy 20 létfontosságú elem tervszerű biztosítását kell számításba venni. Ezek közül jelenleg a makroelemek és a mikroelemek egy részére vonatkozóan a tápanyagellátás kérdései tudományosan megalapozottnak tekinthetők. A mikroelemek szélesebb skálájának biológiai szerepe, a különböző növényeknek és állatoknak ezek iránti igénye, talajbeli vegyületformáik és migrációjuk azonban még sok szempontból kevéssé ismert, s e területeken további részletező kutatások szükségesek. E kérdéskör mezőgazdasági vonatkozásainak hazai áttekintése PAIS I. (1980) könyvében található.

A növények a tápelemeket a kőzet-talaj-víz-levegő rendszer közvetítésével veszik fel, s építik be testükbe. Így anyagi összetételük, különösen mikroelemtartalmuk jellegzetesen tükrözi a rendszer geokémiai adottságait. Ezen adottságok meghatározzák egyes elemek növénybeli hiányát, normális ellátottságát, esetleg toxikus hatását. A táplálékláncon keresztül azonban a környezet geokémiai jellegei —

* Előadta a Társulat Vándorgyűlésén, Kaposvár, 1982. október 14-15.

** Eötvös L. Tudományegyetem Kőzettan-Geokémiai Tanszék, H-1080 Budapest VIII. Múzeum krt. 4/A

ha a többszörös áttétel és az emberi beavatkozás miatt rendkívül bonyolultan vagy elmosódottan is — az adott térség valamennyi élőlényében felismerhetők. Ezért számos országban a környezet geokémiai adottságainak, az elemek területi eloszlásának egészségügyi kihatásait és összefüggéseit is behatóan vizsgálják (CANNON, H., HOPPS, H. 1971, KOVALOVSZKIJ, V. V., ANDRIANOVA, G. A. 1970, National Academy of Sciences, Washington 1974, 1977).

Nyilvánvaló, hogy a mikroelemekkel való ellátottság kérdéseinek vizsgálata típusos határterületi, mezőgazdasági, élettani, talajgeokémiai, biogeokémiai és környezeti geokémiai feladat. A témakör határterületi jellege a nevezéktanban is tükröződik. Pl. a geokémikus, aki a talaj kémiai összetételét a felszíni kőzetekhez, a földkéreghez való viszonyításban szemléli, a geokémiában használatos elemgyakorisági határértékeknek megfelelően sorolja a talaj különböző elemeit a fő- (0,1 % <), mikro- (0,1–0,02 %), vagy a ritka-, ill. nyomelemek (0,02 % >) közé. A talajtani-mezőgazdasági szakember vagy a biológus a talajok elemeit az élőlények táplálkozása szempontjából vizsgálja, s az élő anyagban 0,01 % koncentrációjú elemeket makro (táp) elemnek, az ennél kisebb gyakoriságúakat pedig mikro (táp) elemeknek nevezi (az értékek száraz anyagra vonatkoznak).

A talajok mikrotápelem-tartalmát meghatározó fontosabb tényezők

A talajok mikroelem-tartalmát ugyanazon tényezők határozzák meg, amelyek magát a talaj kialakulását, fejlődését is irányítják. Ezért a mikroelemek mennyiségi és térbeli eloszlási jellemzői a talajosodás különböző feltételei és fázisai szerint más és más képet mutatnak. A talaj kialakulásának kezdeti szakaszában az elemeloszlási jellegek az "anyakőzet", ill. a mállási térszint adó rétegsor geokémiai tulajdonságait tükrözik. A talajosodás előrehaladtával a szelvény és az anyakőzet geokémiai jellegében egyre több eltérés mutatkozik. Kezdetben a differenciálódás főleg az elemeknek a kőzetszövet egyes alkotói közötti mm-es, cm-es nagyságrendű átrendeződésére korlátozódik. A talajosodás fejlettebb szakaszában a dm-es, m-es magyságrendű vertikális migrácó válik jellemzővé, ami a szintes tagozódású szelvények kialakulását eredményezi. Később — vagy gyakran az előző folyamatokkal összeszövődve — az anyagátrendeződés vízszintes komponensei is megjelenhetnek. Ennek felszíni (erózió) és felszínalatti összetevői 10 m-es, km-es nagyságrendű anyagáramlás révén a tájelemek (elemi tájak: PERELMAN, A. I. 1975) között teremtenek geokémiai kapcsolatot.

Hegy- és dombvidékeken a geokémiai tájat uralkodóan zonális és váztalajok jellemzik. Így érthetően, a leírt fejlődési váz szerint is a talajképző kőzettől örökölt geokémiai bélyegek — különböző formában és mértékben — a talajosodás minden szintjén kimutathatók. Ezen túlmenően a jelzett típusú talajok körében a szelvények mikroelemkészletének elsődleges forrása, csaknem kizárólagosan, a talajképző kőzet, amint azt KOVDA, V.A. (1973) is megállapította.

Az anyakőzet, illetve az aljzatban lévő kőzetek és ércek, valamint az ezekkel kapcsolatos talajok és növényzet közötti geokémiai kapcsolatot a geológusok már régebben felismerték, s ez alapján érckutatási módszereket dolgoztak ki. Az ilyen irányú hazai kutatásokat KUBOVICS I. (1956) velencei-hegységi vizsgálatai indították el. Eredményei jól megvilágítják a kőzettani-földtani felépítés, az ércesedés és a talajtakaró nyomelemtartalma közötti összefüggést.

A hazai mezőgazdasági célú talajmikroelem-vizsgálatok során több szerző is utalt a kőzettani felépítés, anyakőzet meghatározó szerepére. GYŐRI D. (1962) réti csernozjom, agyagbemosódásos barna erdei talaj és gyepes podzol szelvények

összes Mn-, Zn-, Cu-, Mo-, Co- tartalmát vizsgálva megállapította, hogy bár a talajképződési folyamatok hatása kimutatható, de "nincs nagy különbség a talajban és az alapkőzetben lévő mikroelemek mennyisége között". Az aljzatkőzet vizsgálatának fontosságát TÖLGYESI Gy., CSAPODY I. (1973) kutatásai is igazolják. Sopron környéki vizsgálataiknál a mintázásnál tervszerűen figyelembe vették a talajképző kőzetváltozatok területi elterjedését is. Így a növényzet mikroelemfelvételének értékelésénél az egyes kőzettípusok talajtani hatását számításba tudták venni. Felhívták a figyelmet az alapkőzet esetleges helyi Mo-dúsulásainak szerepére. SIX L. (1971) kimutatta, hogy a kisalföldi folyók öntésein kialakult talajok a vízgyűjtő területek kőzettani felépítése által meghatározott cinktartalommal rendelkeznek. KERESZTÉNY B. és NAGY L. (1973) mezőföldi vizsgálataik során arra következtettek, hogy a feltalaj könnyen oldódó réztartalmát elsősorban a különböző anyakőzetek és azok keveredése határozza meg.

SIX L. és szerzőtársai különböző dunántúli talajok mozgékony cinktartalma és az egyéb mikroelemek koncentrációja, valamint a különböző talajtani adottságok közötti összefüggés értelmezésénél a talajképző kőzet különbözőségéből adódó inhomogenitások szerepét is felvetették (SIX L., NAGY L., 1972, 1972, 1973; SIX L., MOSONI F., NAGY L. 1972, 1973, 1974; KERESZTÉNY B., SIX L. 1976-1977).

Az anyakőzet geokémiai adottságai és a talajtakaró mikroelemtartalma közötti összefüggést, mint jeleztük, a mállási, talajképződési folyamatok különböző mértékben módosítják. E hatás különösen a mobilis (felvehető, kioldható) elemtartalomban mutatkozik meg élesen. A talajképződési, genetikai jellegek által meghatározott fizikokémiai, biológiai folyamatok és a mobilis mikroelemtartalom közötti összefüggésre az idézett szerzők munkáiban számos példát találunk.

Tagolt térszínen, tehát hegy- és dombvidéken a tájgeokémiai adottságokat nagymértékben befolyásolja az erózió. A lepusztuló területeken a talaj különböző genetikai szintjei vagy az anyakőzet kerülnek a felszínre. A térszín e foltjain kialakuló talajok jellege eltér az eredeti, tehát a környező nem erodált területekétől (STEFANOVICS P. 1963). Az új feltételek közötti talajosodás vagy talaj-továbbfejlődés nyilván a mikroelem migrációban, anyakőzetből való elem-mobilációban is új jellegeket eredményez. A humuszos szint lehordása esetén a szervesanyagokhoz kötődő elemegyüttes elszállítása, s az agyagos részlegben dúsuló nagyobb gyakorisága jellemző. Az anyakőzetig, vagy ennek felső határáig történő lepusztuláskor a talajképző kőzethez, vagy szénsavas mész felhalmozódása esetén a karbonátásványokhoz kötődő elemek nagyobb részaránya várható.

A lehordott talajtakaró anyagának egy része a felszíni vízfolyások révén hordalék vagy oldat formájában távolabbra is elszállítódhat. Nagyobb hányada azonban — különösen a felületi rétegerózió, mikroszoliflukció esetében — a lejtőkön való lassú mozgás, átmeneti helyfoglalás után a helyi erózióbázison, tehát az elemi táj határain belül halmozódik fel. Így a lejtők egy-egy pontján adott időben elmozduló anyagot a talajszelvény pusztuló felületéről eltávozó, valamint a magasabb térszíni helyzetű területekről lehordott, az áthalmozódás különböző stádiumában lévő talaj és kőzetrészlegek keveréke alkotja. Ezen komponensek aránya a lejtőfejlődési, morfológiai-talajtani adottságoktól függően széles tartományban változhat, ami a talajgeokémiai jellegek újabb, erősen összetett tényezője. Pl. a lejtős térszín felépítésében különböző kőzetrétegtani egységek, kőzettípusok vehetnek részt. A felületi rétegerózió, a lejtőtörmelék mozgása a területeken irányított geokémiai kapcsolatot teremt a különböző anyakőzetű talajfoltok, sávok között.

A lejtők lábánál, hajlataiban vagy a völgytalpakon felhalmozódó üledéken lejtőhordalék talajok alakulnak ki. Ezeknek, ill. a korráziós üledékszinteknek az elemtartalma a hozzájuk közvetlenül csatlakozó lejtős térszín talajtani-geokémiai adottságait mintegy átlagolva tükrözi.

A vízfolyások völgyeinek alluviális üledékeiben ezzel szemben főleg a csatlakozó távolabbi vízgyűjtőterület — geokémiai táj — kőzettani, talajtani, eróziós, felszíni-geokémiai jellegzetességei ismerhetők fel. Cserhát hegységi megfigyeléseink szerint is a völgyperemi sávban gyakori az alluviális és a kolluviális üledékképződés összefonódása. Ennek talajtani vetületeként a lejtőhordalék és az öntés, öntés réti talajtípusok átmenete figyelhető meg. Ezekben a közvetlen, valamint a távolabbi környezet átlagos geokémiai jellegei ötvözötten tükröződnek. A lejtőhordalék és az öntésanyag vizsgálata ezen összefüggések alapján jól felhasználható a kapcsolódó térségek, tájgeokémiai, környezeti geokémiai, ezen belül orvosi elementológiai jellemzésére (THORNTON I., PLANT J. 1980).

Az elmondottak szerint a számos beofolyásoló tényező csoportosításával és összevonásával, adott táj talaj-, ill. környezeti geokémiai jellegét meghatározó főbb adottságok a következőként fogalmazhatók meg:

— a mállási-talajképződési térszín kőzettani felépítése;
— a mállás- talajosodás fizikokémiai, biológiai, hidrológiai jellemzői, melyek végeredményben a talajtípusban, ill. a szelvény genetikailag meghatározott jellemzőiben jutnak kifejezésre;
— a geomorfológiailag meghatározott eróziós (lepusztulási) és szedimentációs (akkumulációs) viszonyok.

A fenti tényezők szerepének érzékeltetésére bemutatom Cserhát hegységi vizsgálataim előzetes értékelésének néhány eredményét.

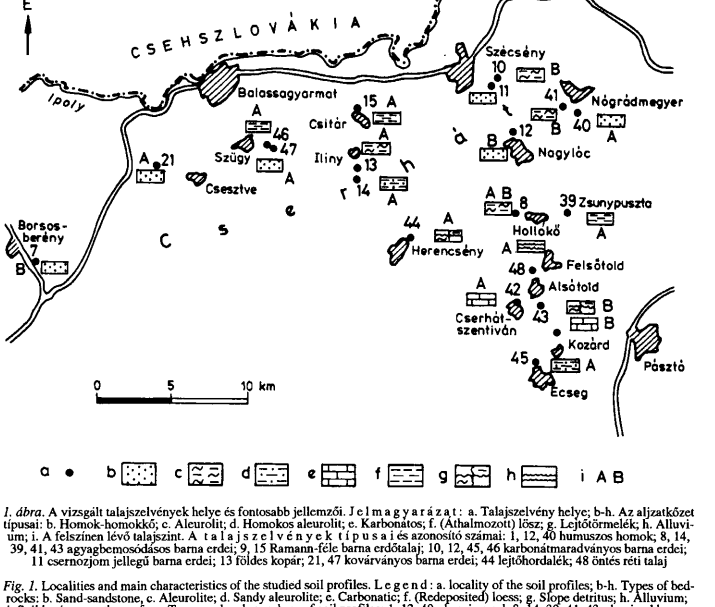
A minták és a vizsgálati módszerek

A vizsgált minták a Cserhát hegység különböző részein ásott talajszelvényekből származnak (*1. ábra*). A szelvények kijelölésének fő szempontja az volt, hogy azok a térség eltérő kőzetrétegtani egységei felett kialakult talajokat képviseljék. A felvetett kérdések vizsgálata érdekében általában a C szint mélyebb részeit is feltártuk. A minták a genetikai szintek határait is figyelembe véve, átlagosan 20 cm-es közök anyagát képviselik. A szelvények készítése során a talajtani gyakorlatban szokásos felvételezési technikát és adatrögzítést követtük.

A minták vizsgálatokra való előkészítését ugyancsak a vonatkozó szabványoknak megfelelően végeztük. Jelen előzetes értékelésben a minták összes, valamint az ún. felvehető Cu-, Mn-, Zn-tartalmára vonatkozó adatokra támaszkodtunk. Előbbiek meghatározását cc H_2F_2 és cc $HClO_4$ elegyével való feltárást és a szervesanyag H_2O_2-HNO_3-as elroncsolását követően Varian atomabszorpciós spektrofotométerrel végeztük. A felvehető elemtartalmat az MSz-080451-80 509 Magyar Szabvány előírásai szerint határoztuk meg.

A mállási-talajképződési térszín kőzettani felépítése az É-i és K-i Cserhátban

Az É-i Cserhátban a térszínt uralkodóan felsőoligocén-alsómiocén, kisebb részben középsőmiocén törmelékes üledékes képződmények alkotják. A K-i Cserhátban a középső- és felsőmiocén törmelékes, agyagos-karbonátos üledékes képződmények mellett jelentős szerepet kapnak a miocén rétegvulkanitok (tufa, tufás agglomerátum és lávakőzet), uralkodóan andezites összetétellel. Tehát az É-i és a K-i Cserhát felszíni kőzettani felépítésében lényeges különbségek adódnak. Ezek



1. ábra. A vizsgált talajszelvények helye és fontosabb jellemzői. Jelmagyarázat: a. Talajszelvény helye; b-h. Az aljzatkőzet típusai: b. Homok-homokkő; c. Aleurolit; d. Homokos aleurolit; e. Karbonátos; f. (Áthalmozott) lösz; g. Lejtőtörmelék; h. Alluvium; i. A felszínen lévő talajszint. A talajszelvények típusai és azonosító számai: 1, 12, 40 humuszos homok; 8, 14, 39, 41, 43 agyagbemosódásos barna erdei; 9, 15 Ramann-féle barna erdőtalaj; 10, 12, 45, 46 karbonátmaradványos barna erdei; 11 csernozjom jellegű barna erdei; 13 földes kopár; 21, 47 kovárványos barna erdei; 44 lejtőhordalék; 48 öntés réti talaj

Fig. 1. Localities and main characteristics of the studied soil profiles. Legend: a. locality of the soil profiles; b-h. Types of bedrocks: b. Sand-sandstone, c. Aleurolite; d. Sandy aleurolite; e. Carbonatic; f. (Redeposited) loess; g. Slope detritus; h. Alluvium; i. Soil horizon on the surface. Types and code numbers of soil profiles: 1, 12, 40 - humic sand; 8, 14, 39, 41, 43 - lessived brown forest soil; 9, 15 - Ramann's brown forest soil; 10, 12, 45, 46 - brown forest soil with carbonate residue; chernozem-like brown forrest soil; 13 - earthy barren soil; 21, 47 - banded brown forest soil; 44 - slope detritus; 48 - alluvial meadow soil

részben a lepusztulási szintnek a szerkezeti eltérésekből adódó változásaira, részben azonban az oligocén-miocén során fennálló térszínfejlődési különbségekre vezethetők vissza (ANDÓ J. 1980). Ez utóbbi a heteropikus fáciesek gazdagságát is eredményezte. Általában a szűkebb kőzetrétegtani egységeken belül is a laza, kötött, agyagos-aleuritos, homokos, karbonátos, kovás kifejlődések gyakori váltakozása figyelhető meg. Mindezt tarkítják a változatos (teléres, rétegvulkáni) vulkáni képződmények és az eredetileg is igen heterogén összetételű, roncsszerűen megmaradt lejtőlösz foltjai. A kőzettani felépítés heterogeneitása, mely a talajosodás kiindulási feltételei szempontjából lényeges különbségeket eredményez, néhány száz, vagy ezer m-es (de esetenként még kisebb) kiterjedésű felszíni foltok elkülönülését jelenti.

A különböző kőzetek, kőzetváltozatok nyomelemtartalma között igen változatos eltérések mutathatók ki (ANDÓ J. 1980). Ez a különböző elemek felszíni eloszlásában inhomogenitások, területi anomáliák megjelenését eredményezi (ANDÓ J. 1973). E heterogeneitás nyilván a térszínalkotó kőzetek alapján elkülöníthető foltok talajgeokémiai jellegében is megjelenik. Ennek vizsgálatára az *1. ábrán*

jelzett talajszelvényeket az anyakőzet fő kőzettani jellege szerint csoportosítottuk (tehát nem a kőzetrétegtani egységeknek megfelelően részletezve, hanem összevontan). Egy másik szempont szerint a szelvényeket a tisztán üledékes anyakőzetű, valamint a vulkanogén anyag hozzájárulásával jellemezhető csoportokba osztottuk. Ezt követően kiszámítottuk a csoportokra vontakozóan a szelvények feltalajának átlagos összes és felvehető Cu-, Mn-, Zn-tartalmát (*I., II. táblázat*).

A különböző kőzettérszíneken kialakult talajszelvények feltalajának (0–20 cm) összes Cu-, Mn-, Zn-,tartalma (ppm), Cserhát hegység

I. táblázat — Table I.

Anyakőzet Bedrock	Cu $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Mn $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Zn $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Minták száma Number of samples
Homokos Sandy	12,7±5,3	285,2±90,3	59,5±17,2	8
Aeurolitos-agyagos Aleuritic-clayey	22,1±3,2	404,4±140,8	79,3±10,9	7
Karbonátos Carbonatic	28,3±17,1	510,0±368,7	83,4±44,5	4
Tisztán üledékes Pure sedimentary	16,1±4,1	312,0±70,8	66,9±12,1	13
Vulkanogén anyag hozzájárulásával Contribution of volcanogenic matter	27,3±7,4	515,1±164,6	80,5±19,3	7
Talajátlag, Soil average VINOVGRADOV 1962	20	850	50	
AUBERT H., PINTA M. 1972	15-40	500-1000	50-100	

Total Cu, Mn and Zn contents (ppm) of the upper soil horizons developed on different bedrocks, Cserhát Mountains

Az adatok alapján nyilvánvaló, hogy az anyakőzet (ill. esetenként az aljzatkőzet) különbsége a feltalaj mikroelemkészletében is erős, jellegzetes eltéréseket eredményez (*I. táblázat*). A vizsgált elemek összes mennyisége a homokos - agyagos -aleuritos-karbonátos anyakőzet-sorrend szerint növekszik. Hasonló összefüggést nyertünk a felvehető (kioldható) elemtartalomra is (*II. táblázat*). A számított konfidenciahatárok széles intervalluma szonban jelzi, hogy a vizsgált mintaszám mellett a kialakított csoportok erősen heterogének. Megbízhatóbb adatokat nyilván a részletesebb kőzetrétegtani és talajtani csoportosítás, ill. az ennek megfelelő nagyobb mintaszám eredményezne. Az adatok szórása különösen a kioldható elemtartalomnál nagy. Ez jelzi, hogy az adott csoportosítás mellett a felvehető elemtartalmat erősen befolyásoló egyéb tényezők szempontjából inhomogének a csoportok. Nyilván a mobilis mikroelemtartalom nagyobb mértékben függ a talajgenetikai adottságoktól, mint az összes elemtartalom, amely elsősorban az anyakőzet függvénye. A Cu, Mn, Zn kioldható koncentrációinak átlagértéke a mezőgazdaságban alkalmazott határértékekhez viszonyítva (DEBRECENI B. 1979) megfelelő ellátottságot tükröz. Azonban a konfidencia határok szerint az adatok között gyenge ellátottságnak megfelelő érték is előfordulhat. Területileg erősen

ingadozó, a jó és a gyenge érték között változó ellátotságot mutatott ki ELEK É. (1966) is a közeli Lókos-patak vízgyüjtő területén a SCHACHTSCHABEL szerint meghatározott aktív Mn-tartalomra.

A különböző kőzettérszíneken kialakult taljszelvények feltalajainak (0-20 cm) kiodható Cu-, Mn-, Zn-tartalma (ppm, az MSz-080451-80 szerint) — Cserhát hegység

II. táblázat — Table II.

Anyakőzet Bedrock	Cu $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Mn $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Zn $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Minták száma Number of samples
Homokos Sandy	1,4±0,9	109,2±69,0	2,1±1,9	8
Aeurolitos-agyagos Aleuritic-clayey	2,6±1,4	110,6±76,2	2,0±2,3	7
Karbonátos Carbonatic	5,1±7,6	161,3±139,2	2,4±5,5	4
Tisztán üledékes Pure sedimentary	1,6±0,7	105,5±47,5	1,8±1,1	13
Vulkanogén anyag hozzájárulásával Contribution of volcanogenic matter	5,1±3,3	231,7±190,1	2,6±2,3	7
Ellátottsági határintervallum Limit-interval of Cu, Mn, Zn status	0,2-0,6	3-26	1	homok sand
DEBRECENI 1979	0,3-3,2	4-118	2,5-3,5	vályogagyag alluvium-clay

Extractable Cu, Mn and Zn contents (ppm according to Hungarian standard 080451-80) of the upper soil horizons developed on different bedrocks, Cserhát Mountains

Megállapítható, hogy a mikroelemkészlet a Mn-ra vonatkozóan általában a talajokra jellemző érték alatt marad. Hasonló értéket nyert a már említett területre ELEK É, (1966) is. A Cu- és Zn-re ez csak a homokos kőzetek esetében jelenthető ki.

Az anyakőzet nyomelemtartalmának, a talajtani jellegeknek és részben a módszertani problémáknak bonyolult összefüggéseit tükrözik a karbonátos (mészkövés) térszínen mintázott talajok adatai. A mészkő néhány, a kalciummal együtt dúsuló elem kivételével nyomelemekben általában szegény. E kivételek közé tartozik a Mn is, amelyre a karbonátos üledékképződés, vagy a karbonátos epigén folyamatok geokémiai csapdaként hatnak. Ezt bizonyítja a hegységben vizsgált badeni és szarmata mészkövek Mn tartalma is (ANDÓ J. 1980). Igy érthető, hogy e képződmények felett kialakult szelvények feltalajában határozható meg a legnagyobb Mn-tartalom (*I. táblázat*). A Cu és a Zn mennyisége azonban e kőzetekben általában alatta marad az agyagos kifejlődésű rétegekben mérhető értéknek. Igy a feltalajokban kimutatott koncentrációik a karbonátgazdag talajosodás elemakkumuláló jellegével magyarázható. Az ilyen típusú talajoknál azonban — ugyanazon talajgeokémiai hatás alapján, amely az akkumulációjukhoz vezet — a megfelelő mikrotápelemtőke mellett is a felvehető elemrészleg mennyisége gyakran nem kielégítő. Ezzel szemben e minták átlagában a homokos, ill. agyagos típusú anyakőzetek feltalajánál nagyobb felvehető Cu, Mn, Zn értékek adódnak. Vizsgálataink szerint EDTA-val a karbonátos ásványfázis és a humuszanyag egy része

oldatba megy, s ez érthetővé teszi a bemutatott értékeket. Ez alapján azonban az MSz 086451 szabvány szerint meghatározott felvehető mikroelemtartalom és az ellátottság közötti összefüggés megállapítása talajonkénti vizsgálatokat igényel.

A vulkanogén anyagot is tartalmazó anyakőzetek (pl. vulkáni törmelék vagy tufaközbetelepülés mészkőben, vulkanittörmelékes lejtőlösz, vulkáni kőzettérszín lejtőhordaléka) feltalajaiban az összes, de különösen a felvehető Cu, Mn, Zn-tartalom nagyobbnak adódott, mint az ilyen kőzetrészlegtől mentes képződmények esetében. Ez jól mutatja, hogy az anyakőzet talajgeokémiai értékelésekor nem elégséges a képződmény durva meghatározása és csoportosítása, mert a mikroelemellátottság csak a pontos ásvány-kőzettani összetétel ismeretében értelmezhető.

A Cu, Mn, Zn eloszlása a talaj genetikailag meghatározott szintjeiben

A mikroelem eloszlás bonyolult fizikokémiai-biológiai részfolyamatainak tényezőnkénti elemzéséhez jelen adatok nem elégségesek. Ezért a tényezők hatását összefontan, csak egy oldalról, az egyes talajszintek Cu-, Mn-, Zn-tartalma szempontjából vizsgáljuk (*III. táblázat*).

Az egyes talajszintek átlagos Cu-, Mn-, Zn-tartalma a Cserhát hegység néhány talajszelvényében (ppm)

III. táblázat— Table III.

Talajszint Soil horizon		Cu $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Mn $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Zn $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Minták száma Number of samples
A	összes total	20,2±5,2	379,0±70,3	66,5±9,6	17
	kioldható extractable	2,8±1,0	137,3±77,9	1,7±0,9	17
B	összes total	22,3±7,0	400,8±44,9	69,0±4,6	85
	kioldható extractable	1,9±0,7	101,2±35,9	0,8±0,3	85
C	összes total	22,3±3,2	363,3±35,7	72,9±6,3	82
	kioldható extractable	1,2±1,0	64,7±40,5	0,4±0,2	82

Average Cu, Mn and Zn contents (ppm) in soil horizons of some soil profiles of the Cserhát Mountains

Hegyvidékeinken, így a Cserhátban is a barna erdei talajok típusai a leggyakoribbak (STEFANOVICS P. 1963). Vizsgálati anyagunk jelentős része is e talajtípusokat képviseli. Az erdei talajokban a szintes tagozódás általában határozott, ami a mikroelemek szelvénymenti eloszlásában is jelentkezik. Valamennyi szelvény A, B, és C talajszintek szerint csoportosított mintáiból számolt átlagértékek azonban az összes és a kioldható elemtartalomra vonatkozóan eltérő változási tendenciát tükröznek (*III. táblázat*).

A Cu, Mn, Zn mikroelemkészletét képviselő összes koncentrációk általában a mélyebb talajszintek felé növekednek. Ettől csak a Mn esetében mutatkozik eltérés: ezen elemre vonatkozóan a B szint felhalmozódási szintként mutatkozik.

A Cu és a Zn összes mennyisége tehát az anyakőzet legfelső, epigén folyamatokkal többé-kevésbé átalakított részének megfelelő C szintben a legnagyobb. Megjegyzendő azonban, hogy a vizsgált elemek összes koncentrációinak szintenkénti átlagértékei között igen kicsi, gyakran nem szignifikáns a különbség. Ez összhangban van GYŐRI D. (1962) megállapításával, aki hasonlóan nem talált nagy különbséget a talaj és az alapkőzet mikroelemtartalma között.

Ezzel szemben a felvehető Cu, Mn, Zn koncentrációja az A, B, C szinteken keresztül fokozatosan csökken a mélységgel. A C szint kioldható mikroelemtartalma átlagosan a fele (Cu, Mn) vagy a negyede (Zn) a humuszos szintben meghatározható koncentrációnak. Az összes elemtartalom változásának ellentétes tendenciáját figyelembe véve megállapítható, hogy az A szintben a vizsgált mikroelemek teljes tömegének lényegesen nagyobb hányada van mozgékony formában. Ez növénytáplálkozási szempontból — jelen koncentráció-tartományokban — előnyös, azonban megvilágítja az erdei talajok kilugozásra való hajlamát is.

Az adatok szerint a talajok mikroelemkészletének felmérése során a B és a C szintek, illetőleg az anyakőzet elemtartalmát is számításba kell venni. A Cu és Mn esetében a kioldható részleg koncentrációértékei a B és a C szintben is közel esnek a *II. táblázat*ban közölt ellátottági mutatószámok tartományaihoz. Ezen elemek ellátottságának értékelésekor tehát — a talajszintek vastagságát, mélységét, valamint a termesztett növények adottságait (pl. gyökérmélység) is figyelembe véve — ugyancsak számítani kell a B és C szint, illetőleg az anyakőzet (alapkőzet) felvehető elemtartalmával.

Az eróziós viszonyok szerepe a felszíni Cu-, Zn-, Mn-eloszlásban

A Cserhát hazánk legjobban erodált területei közé tartozik. Az eróziós folyamatokat nagyban megszabó lejtőviszonyok a hegységben rendkívül változatosak. Ennek fő oka többnyire a kőzetminőség és a kőzettelepülés gyakori változása (LÁNG S. 1967). Tehát a litológia és a talajerózió szoros kapcsolatban vannak. Ezért, mint arra korábban is utaltunk, adott térség tájgeokémiai jellegében összeszövődnek az erózió által is befolyásolt talajgeokémiai és litogeokémiai adottságok. Az erózió felszíni elemeloszlást befolyásoló szerepének vizsgálatára a feltalajmintákat két csoportba osztottuk, aszerint, hogy azok az A szint(ek)ből, vagy a lepusztulás révén a felszínre került B szintből származnak (*IV. táblázat*).

Az A, részben erodált, csonka A, illetve a B talajszinttel borított térszínek a térségben foltosan váltakoznak. Az egyes talajszintek mikroelemkészletére vonatkozó korábbi megállapításainkkal összhangban (*I., III. táblázat*) nincs lényeges különbség az erősebben, ill. a gyengébben vagy nem erodált térszínről származó feltalajminták átlagos összes Cu-, Mn-, Zn-tartalma között. A két csoport felvehető Cu-, és Mn-koncentrációja között nagyobb eltérés mutatkozik: a felszínen lévő B szinttel jellemezhető területek átlagosan gyengébben ellátottnak bizonyultak. A kioldható Zn-tartalomban viszont nem mutatkozott lényeges különbség.

Az adatok összevetése alapján (*I., III. és IV. táblázat*) az is megállapítható, hogy a mikroelemtartalom az egyes szinteken belül is erősen változhat. Ez az A_1 és A_2 szinteket összevontan tartalmazó A mintacsoportnál nyilvánvaló, de a B szintre is érvényes. Ezért eltérő átlagértékeket nyertünk, ha a szint teljes vastagságára (*III.*

táblázat), vagy csak a felszínen lévő felső, mintegy 20 cm-es rétegére (*IV. táblázat*) végeztük a számítást.

Cserhát hegységi talajszelvények feltalajának (általában 0-20 cm) átlagos Cu-, Mn-, Zn-tartalma (ppm)

IV. táblázat — Table IV.

		Cu $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Mn $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Zn $t_{5\%}$ $s\bar{x}$	Minták száma Number of samples
Feltalaj átlag Upper horizon, average	összes total	20,4±4,0	383,1±65,3	71,6±8,1	20
	kioldható extractable	2,8±1,3	149,6±67,8	2,1±1,0	20
A-szint a felszínen A-horizon on the surface	összes total	19,4±6,3	390,0±96,5	64,1±10,4	12
	kioldható extractable	3,0±1,5	178,3±106,8	2,1±1,2	12
B-szint a felszínen B-horizon on the surface	összes total	20,8±6,7	373,0±169,4	82,9±19,1	8
	kioldható extractable	2,5±3,0	106,8±80,0	2,0±2,0	8
Ellátottsági határintervallum DEBRECENI B. 1979. Limit interval of Cu, Mn, Zn status		0,2-3,2	7,0-118,0 (pH <7)	1,0-3,5	

Average Cn, Mn and Zn contents (ppm) of upper soil horizons (20 cm on the average) of soil profiles, Cserhát Mountains

Következtetések, javaslatok

1. Az anyakőzet, illetve a talajok C szintjének ásvány-kőzettani, geokémiai jellege nagymértékben meghatározza a termőföld mikroelemkészletét és annak hosszútávú utánpótlását. Ezért célszerű lenne elvégezni a C talajszint, ill. az anyakőzet regionális geokémiai felmérését.
2. A talajértékeléshez, a tápanyagutánpótlás tervezéséhez szükséges vizsgálatokat optimalizált rendszerben olyan terepi térszínegységekre bontva lenne célszerű elvégezni, amelyek az anyakőzet (aljzatkőzet), talajtípus, eróziós fokozat kombinációinak egy-egy típusát képviselik. Így a viszonylag homogén tájgeokémiai egységek adatait részletesebb bontással és nagyobb biztonsággal extrapolálhatnánk a hasonló adottságú térszínekre, térszínfoltokra.

Irodalom — References

ANDÓ J. (1973): Geochemical investigations of sedimentary rocks in the Northern Cserhát Hills — Annales Univ. Sci. Budapestiensis de R. Eötvös Nom. Sectio Geologica, 16, pp. 13-17.

ANDÓ J. (1980): The trace elements and the controlling petrological-mineralogical factors in the sedimentary rocks of the Northern and Northeastern Cserhát Mountains — Annales Univ. Sci. Budapestiensis de R. Eötvös Nom. Sectio Geologica. 22. pp. 3-20.

CANNON. H. L. — HOPPS. H. C. (ed.) (1971): Environmental Geochemistry in Health and Disease — The Geological Soc. of America, Memoir 123.

DEBRECENI B. (1979): Kis agrokémiai útmutató. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

ELEK É. (1966): A Lókos-patak vízgyűjtőjének mangán ellátottsági vizsgálata — Agrokémia és Talajtan 15. 2. pp. 277-282.
GYŐRI D. (1962): A Mn, Zn, Cu, Mo, Co mikroelemek eloszlása és vegyületformái néhány talajtípusban — MTA Agrártudományok Osztályának közleményei. 21. 1-2. pp. 53-71.
KERESZTÉNY B. — NAGY L. (1973): Mezőföldi csernozjom talajok szántott rétegének könnyen oldódó réztartalma — A Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei. 16., 3/a., pp. 75-94.
KERESZTÉNY B. — SIX L. (1976-1977): Talajgenetikai tényezők hatása feltalajminták könnyen oldódó B-, Cu-, Mn- és Mo-tartalmának a könnyen oldódó Zn-tartalommal való összefüggésére — A Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei. 18-19. 2. pp. 23-39.
КОВАЛЬВСКИЙ, В. А. — АНДРИАНОВА Г. А. (1970): Микроэлементы в почвах СССР М. "Наука".
КОВДА, В. А. (1973): Основы учения о почвах. (1-2) Изд. "Наука"
KUBOVICS I. (1956): A Velencei hegység talajának nyomelemvizsgálata — Földtani Közlöny LXXXVI. 3. pp. 217-243.
LÁNG S. (1967): A Cserhát természeti földrajza. Akadémiai kiadó. Budapest, 376 p.
National Academy of Sciences, Washington. (1974): Geochemistry and the Environment, vol. I. The relation of selected trace elements to health and disease.
National Academy of Sciences, Washington. (1977): Geochemistry and the Environment. vol. II. The relation of other selected trace elements to helth and disease.
PAIS I. (1980): A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
ПЕРЕЛЬМАН А. И. (1975): Геохимия ландшафта. Высшая Школа. Москва
SIX L. (1971): A Kisalföld Duna-, Rába- és Marcal-óntésén kialakult talajai Zn-tartalmának talajkémiai szempontból történő összehasonlító elemzése — Agrogeokémia és Talajtan. 20., 4., pp. 605-613.
SIX L. — MOSONI F. — NAGY L. (1972): A Déli Bakonyban fekvő Nagyvázsony környéke barna erdőtalajainak mozgékony cinktartalom vizsgálata — A Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei. 15., 13., pp. 59-76.
SIX L. – MOSONI F. — NAGY L. (1973): Balaton környéki erdőtalajok felső szintjének mozgékony cinktartalom vizsgálata —A Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei. 16., 36. pp. 57-78.
SIX L. – MOSONI F. — NAGY L. (1974): Rába menti öntés réti talajok felső szintjének mozgékony cinktartalom vizsgálata — A Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei. 17., 3b. pp. 35-66.
SIX L.– NAGY L. (1972): A Marcal-medencében lévő Dobronc község környékén elterülő agyagbemosódásos barna erdőtalajok mozgékony cinktartalma — A Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei. 15., 13. pp. 41-58.
SIX L. — NAGY L. (1972): A Mezőföld Soponya környéki csernozjom talajainak mozgékony cinktartalom vizsgálata — A Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei. 15., 3. pp. 77-96.
SIX L. – NAGY L. (1973): A Marcal-medencében lévő Kerta és Gyepükaján környéki erdőtalajok mozgékony cinktartalmának vizsgálata — A Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei. 16., 3b. pp. 37-56.
STEFANOVICS P. (1963): Magyarország talajai. Akadémiai Kiadó, Budapest.
THORNTON, I. — PLANT, J. (1980): Regional geochemical mapping and health in the United Kingdom — Journal of the Geological Society, London. 137. 5. pp. 575-586.
TÓLGYESI GY. — CSAPODY I. (1973). Sopron környéki kőzethatású, valamint közép- és délkeleteurópai barna erdőtalajok természetes növényzetének tápanyag felvétele — Agrokémia és Talajtan. 22., 1-2. pp. 129-152.

A kézirat beérkezett: 1989. IX. 14.

Pedogeochemical problems of mountainous and hilly regions as reflected by the studies in the Cserhát Mountains

*J. Andó**

In spite of the increased environment-forming and environment-polluting activity of mankind and in spite of the widespread use of fertilizers, the main microelement source of soils is the bedrock. Thus, soil profiles developed on different rocks may have different microelement contents even in case of the same soil type. In the course of soil formation the original microelement distribution of the rock will be rearranged due to leaching and accumulation processes, that's why differences are found in the microelement contents of different pedogenetic horizons. The mountainous and hilly regions of Hungary are usually characterized by a more varied petrological structure than in case of the lowlands. At the same time, the surface is covered by soils representing locally different genetic horizons. These factors are responsible for the varied soil and environmental picture of these regions and cannot be evaluated independently of the geological buildup and of the landscape type.

To analyse these relationships the extractable and total Cu, Mn and Zn quantities of different soil profiles were studied in the Cserhát Mountains, the soil types showing differences from the aspect of erosion and being developed on different bedrocks. Sampling was extended over the deeper parts of the profiles, i.e. over those representing the original source rock.

Based on the data it is obvious that the differences in the source rocks produce strong and characteristic differences in the microelement content of the overlying soils.

* Institute of Petrology and Geochemistry, Eötvös L. University, H-1088 Budapest VIII. Múzeum krt. 4/A

Further, the mobile microelement content depends more on the pedogenetic and erosional fundamentals than the total element content, the latter being first of all dependent on the source rock.

Having evaluated the results the following conclusions are drawn:

1. The mineralogical-petrological and geochemical character of the source rocks and of the C-horizons of soils decisively determine the environmental geochemical conditions, the microelement content of the cropland and the long-term supply of the microelements. It is suggested to perform the geochemical survey of the source rock and of the overlying C-horizon of the soils.

2. The studies needed to the surveying of the state of the environment, to the soil evaluation, to the planning of nutrient supply of soils ought to be performed within areal units that represent one type of combination of the source rock (bedrock), soil type and erosion grade. In this manner the data of the relatively homogeneous landscape-geochemical units could be extrapolated with greater probability to surfaces and subregions of the same character.

Manuscript received: 14th September, 1989.

Геохимические проблемы почв горных и всхолменных районов на примере исследований в Черхатских горах (Северная Венгрия)

Й. Андо

Несмотря на усиливающуюся деятельность человека по преобразованию и загрязнению окружающей среды и на широко применяющееся в сельском хозяйстве удобрение и химическое удобрение, основным источником микроэлементов в почвах являются горные породы, на которых развиваются почвы. Поэтому профили почв, возникающих на различных породах, – даже при сходном типе почв – могут иметь различный набор микроэлементов. В ходе почвообразования исходное пространственное распределение микроэлементов в породах вследствие суммарного эффекта от выщелачивания и накопления сильно преобразовывается, так что возникают различия в содержаниях микроэлементов в отдельных генетических горизонтах почв. Горные и всхолмленные районы обычно сложены более разнообразными породами, нежели равнинные. В то же время вследствие эрозии почв поверхность покрыта изменчивыми почвами, относящимся к различным генетическим горизонтам. Всеми этими факторами в рассматриваемых районах создаются весьма изменчивые геохимические особенности почв и сред, которые не могут быть интерпретированы вне зависимости от характера ландшафта.

Анализ этих внаимозависимостей был выполнен на примере потенциально приобретаемого и суммарного содержании Cu, Mn и Zn в разнообразных профилях почв, возникших на различных породах Черхатских гор. Опробованию были подвержены также и более глубокие отрезки профилей, охватывающие исходные материнские породы. На основании полученных данных выяснилось, что различия в составе материнских пород отражаются в четких, характерных отличиях в наборе микроэлементов в почвах. При этом подвижные содержания микроэлементов в большей степени зависят от генетических и эрозионных особенностей почв, нежели суммарные, которые в первую очередь зависят от состава материнских пород.

На основании интерпретации полученных результатов в работе даются следующие заключения и рекомендации:

1. Минералого-петрографическими и геохимическими особенностями материнских пород и горизонта. С почв взначительной степени определяются геохимические условия в окружающей среде, набор микроэлементов в продуктивных почвах и его восполнение в течение длительного срока. Поэтому представляется целесообразным провести региональную геофизическую съемку горизонта С почв и материнских пород.

2. Исследования, неоходимые для оценки состояния геофизических условий в окружающей среде и почвах, а также для планирования восполнения питательных веществ в почвах, целесообразно проводить в оптимальной системе полевых ландшафтных единиц, представляющих определенные типы комбинаций характера материнских (исходных) пород и почв, а также степени эрозии. При таком подходе данные по сравнительно однородным ландшафтно-геохимическим единицам с большей детальностью и надежностью удалось бы экстраполировать на ландшафты сходного типа.